GEOS 1

Sininen planeetta

Sirpa Anttila-Muilu • Hannele Cantell •
Heikki Jutila • Sirpa Lappalainen •
Mari Sorvali • Sirpa Tani

Sanoma Pro Oy
Helsinki

Tiedustelut
Sanoma Pro Oy, Helsinki
puh. 020 391 000
sähköposti: asiakaspalvelu@sanomapro.fi

www.sanomapro.fi

Kustantaja: Sanoma Pro Oy
1.–7. painos, 2013

Tämä aineisto on digitaalinen rinnakkaisversio tuotteesta
ISBN 978-952-63-0852-4 Geos 1 Sininen planeetta.

6 kk lisenssi

ISBN 978-952-63-3102-7

48 kk lisenssi

ISBN 978-952-63-3103-4

Toimitus: Markku Kujala
Ulkoasu ja taitto: Timo Lagerkrans
Kansi: Liisa Holm
Kuvitus: Kauko Kyöstiö/Spatio Oy ja Ralf Westerlund
Kuvatoimitus: Anita Kokkila
Kannen kuva: Ubarin hiekka-aavikko, Libya

© Sirpa Anttila-Muilu, Hannele Cantell,
Heikki Jutila, Sirpa Lappalainen, Mari Sorvali,
Sirpa Tani ja Sanoma Pro Oy

Kopiointiehdot

Tämä teos on oppikirja, joka on suojattu tekijänoikeuslailla (404/61).

Tämän teoksen tai sen osan valokopiointi, skannaaminen tai muu digitaalinen kopiointi tai käyttö edellyttää oikeudenomistajan luvan.

Kopiosto ry myöntää teosten osittaiseen kopiointiin lupia. Tarkistakaa, mitkä valokopiointi- ja digiluvat ovat kohdallanne voimassa. Lisätietoja luvista www.kopiosto.fi

Teoksen tai sen osan muuntelu on kielletty.

Sisällys

1 Maantieteellinen ajattelu 5

Mitä maantiede on? 6
Kartta maantieteilijän työvälineenä 10

2 Maapallo avaruudessa 15

Aurinkokunta on vain pieni osa maailmankaikkeutta 16
Maa kiertää Aurinkoa 22
Maa pyörii akselinsa ympäri 27

3 Ilmakehä 33

Ilmakehä suojaa elämää 34
Tuulet 39

4 Vesikehä 47

Veden kiertokulku 48
Sateet 52
Veden liike merissä 58

5 Sää ja ilmasto 63

Miten säätä ennustetaan? 64
Lämpövyöhykkeet ja ilmastoalueet 69
Maapallon muuttuva ilmasto 74

6 Kasvillisuus 83

Maaperä ja maannos 84
Kasvillisuusalueet 88

7 Maanpinta muuttuu ja kiviaines kiertää 95

Maapallon rakenne 96
Endogeeniset tapahtumat 100
Kiviaineksen kiertokulku 112
Eksogeeniset tapahtumat 116

8 Luonnonmaisemien tulkinta 129

Maisemia tulkitaan kuvien ja karttojen avulla 130

Käsitteet 138
Kartat 152

Lukijalle

Maantiede on oppiaine, jossa tarkastellaan planeettaamme Maata ja meitä ihmisiä sen asukkaina. GEOS -oppikirjasarjan nimi tulee kreikankielisestä sanasta *geo* eli *maa*. GEOS -sarjaan kuuluu kaksi lukion maantieteen pakollisten kurssien ja kaksi syventävien kurssien kirjaa. Lisäksi pakollisiin kursseihin liittyvät tehtävävihkot sekä koko sarjaan yhteinen kertauskirja.

GEOS 1 Sininen planeetta -kirja tutustuttaa sinut luonnonmaantieteeseen. Kirjassa tarkastellaan maapallon luonnonympäristöä ja ihmisen suhdetta siihen. Perustietoja tarvitaan, jotta pystyisimme ymmärtämään luonnonprosesseja ja että osaisimme ratkaista ja ehkäistä ympäristöongelmia, kuten ilmastonmuutosta tai makean veden pulaa.
Tekstin ohella myös valokuvat, kartat ja diagrammit ovat maantieteen opiskelussa ja ainereaalikokeissa tärkeitä. GEOS 1 -kirjan runsas kuvitus ja kirjan takaosassa oleva laaja karttaliite harjaannuttavat tutkimaan näitä visuaalisia tietolähteitä.
Oppimisen helpottamiseksi jokaisen luvun lopussa on tiivistelmä sekä pohdinta-kysymyksiä, jotka ohjaavat miettimään ja perustelemaan käsiteltyjä asioita.
Kirja sisältää myös mielenkiintoisia esimerkkikuvauksia luonnonympäristöstä eri puolilta maailmaa.
GEOS 1 -kirjan lopussa olevassa käsiteluettelossa ovat käsitteet myös englanniksi.

Innostavaa ja mielenkiintoista lukumatkaa GEOS 1 -kirjan parissa!

GEOS -kirjojen tekijät

1 Maantieteellinen ajattelu

Galleria Vittorio Emanuele II, Milano, Italia

Maantieteellinen ajattelu liittyy arkielämään. Teemme koko ajan havaintoja ja keräämme tietoa ympäröivästä maailmasta. Muistamme ja hahmotamme erilaisia paikkoja, etäisyyksiä ja tiloja kuin itsestään – ja osaamme toimia tarkoituksenmukaisella tavalla yllättävissäkin tilanteissa. Toisaalta maantieteellinen ajattelu on muutakin kuin arkielämään nivoutuvaa tila-ajattelua. Maantieteellisen ajattelun tavoitteena on ymmärtää koko maailmaa, sekä luontoa että ihmistä, ja siksi arkielämän kokemusten lisäksi tarvitaan tieteellistä tietoa – maantiedettä. "Without geography you're nowhere!"

Mitä maantiede on?

Maantiede on englanniksi Geography. Sanan kreikkalaisen alkuperän mukaan *geo* tarkoittaa maapalloa ja *graphein* kuvailua. Näin sana maantiede eli geografia on yksinkertaisesti maapallon kuvailua. Maantiede tutkii maailmaa, jossa elämme: luontoa, pinnanmuotoja, maisemia, alueita, paikkoja ja ihmisten ajatuksia maailmasta.

Maantieteellisiä kysymyksiä

Tutkimusmatkailijat kartoittivat tuntemattomia paikkoja ja alueita. Siksi heille tärkeitä kysymyksiä olivat mitä ja missä. Kartoituksen edistyessä kerättiin yhä enemmän tietoa paikkojen ja alueiden laadusta vastaamalla kysymykseen millainen. Laaditut selvitykset olivat luettelomaisia kuvauksia alueen luonnosta ja kulttuurista. Niissä kerrottiin tutkittavan alueen kallio- ja maaperästä, vesistöistä, ilmastosta, kasvillisuudesta ja eläimistä. Lisäksi kuvailtiin alueen ihmistoimintaa, esimerkiksi asutusta, elinkeinoja ja liikenneyhteyksiä. Tällainen kaavamainen aluekuvaus oli usein raskasta luettavaa, ja sitä pidettiinkin pelkkänä kuvailuna, maantietona.

Myöhemmin tutkijat syvensivät aluemaantieteellistä tuntemusta etsimällä vastauksia kysymyksiin miten ja miksi. Miten eri paikat ja alueet ovat kehittyneet sellaisiksi kuin ne ovat? Miten ihmiset ovat vuorovaikutuksessa luonnon kanssa? Miten ihmiset ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa? Miksi paikka tai alue on sellainen kuin se on? Maantieteilijä ei enää pelkästään kartoita ja kuvai-

le vaan myös selittää ja pyrkii ymmärtämään alueen luonnetta. Tämä on maantiedettä. Yksittäisiin kysymyksiin vastaamisen lisäksi maantieteellisen tutkimuksen tavoitteena on kohteita ja ilmiöitä kuvaavien käsitteiden ja teorioiden rakentaminen.

Monipuolisia tutkimusmenetelmiä

Maantieteellisessä tutkimuksessa käytetään lähteinä esimerkiksi tutkimusalueella tehtyjä havaintoja, mittauksia ja haastatteluja, kyselyitä, tilastoja, ilma- ja satelliittikuvia, karttoja, valokuvia, elokuvia ja kirjallisuutta. Kerättyä tietoa havainnollistetaan taulukoiden, diagrammien, karttojen ja muiden graafisten esitysten avulla. Tiedon analysoinnissa hyödynnetään erilaisia tutkimusmenetelmiä tutkimuskohteesta ja näkökulmasta riippuen. Tutkimusmenetelmät voivat vaihdella laajojen tutkimusaineistojen tilastotieteellisistä selvityksistä yhden ihmisen muistojen tulkintoihin jostakin paikasta, esimerkiksi kodista.

Maantieteessä tutkitaan luontoa ja kulttuuria

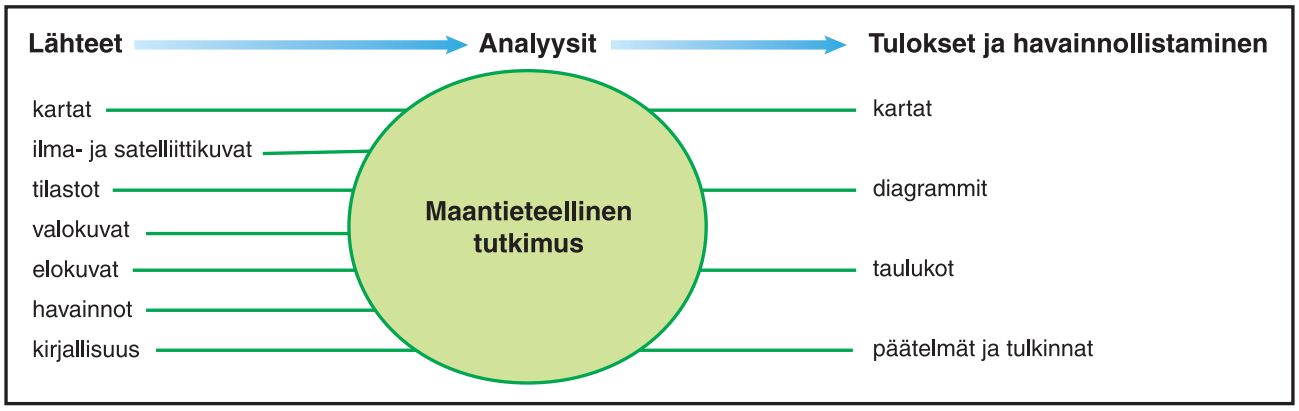
Maantiede jaetaan kahteen osa-alueeseen: aluemaantieteeseen ja yleismaantieteeseen. **Aluemaantieteen** tavoitteena on ymmärtää jollakin perusteella rajatun maantieteellisen alueen muodostamaa ainutlaatuista kokonaisuutta. Jotta tutkittavasta alueesta saadaan kokonaiskuva, aluemaantieteessä tutkitaan sekä luonnon että ihmisen toimintoja. Alue voi olla esimerkiksi valtio tai maakunta, jolloin alueen rajat on määritelty hallinnollisin perustein.

Yleismaantieteessä tutkimus ei välttämättä kohdistu mihinkään tiettyyn alueeseen, vaan johonkin luonnon tai ihmisen toimintoihin liittyvään aiheeseen tai ilmiöön. Voidaan esimerkiksi tutkia jäätiköitä ja niiden toimintaa, kasvillisuuden leviämistä, ihmisten asutusta tai muuttoliikkeitä.

Yleismaantiede jaetaan tutkimuskohteensa perusteella luonnonmaantieteeseen ja kulttuurimaantieteeseen. **Luonnonmaantieteen** tutkimuskohteena on sekä eloton että elollinen luonto. Tutkimuskohteina voivat olla esimerkiksi maanpinnanmuodot, ilmasto, kasvillisuus tai vesistöt. **Kulttuurimaantiede** puolestaan tutkii ihmisen toimintaa, kuten ravinnontuotantoa, energianlähteitä tai matkailua. Yksi maantieteen vahvuuksista on luonnon ja kulttuurin vuorovaikutuksen tutkiminen. Tällaisissa tutkimuksissa hyödynnetään useita tieteenaloja, jolloin pystytään hankkimaan monipuolista tietoa esimerkiksi ilmastonmuutoksesta ja ympäristöongelmista.

Maantieteen opiskelijat matkalla tutkimaan Steindalsbreen-jäätikköä Norjassa.

Maantieteellisen tutkimuksen vaiheet



Maantiede auttaa ymmärtämään maailmaa

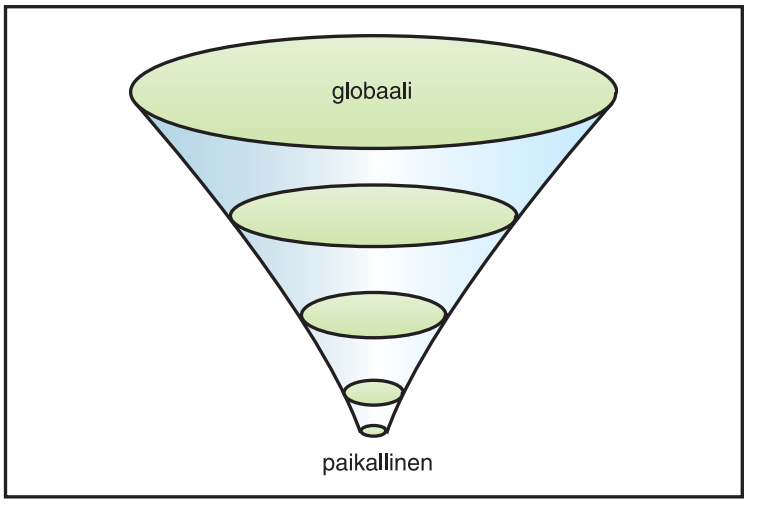
Maantieteen opiskelu antaa vastauksia ja näkökulmia vaativiin nykypäivän kysymyksiin, jotka liittyvät esimerkiksi kulutukseen, kehitykseen, oikeudenmukaisuuteen, vallan- ja tilankäyttöön, monikulttuurisuuteen, talouteen, politiikkaan ja globalisaatioon. Edellä mainittuja aiheita voidaan tarkastella hyvin erilaisista näkökulmista. Maantieteen opiskeluun kuuluu myös näiden eri näkökulmien tiedostaminen ja pohtiminen: Millaisia tietoja käytetään, kun aiheeseen tutustutaan? Millaisia arvoja ja asenteita on eri näkökulmien taustalla? Kenelle annetaan puheenvuoro kertoa aiheesta?

Maapallolla ei ole enää tutkimattomia, kartoit-

Maantieteen tutkimuskohteena on koko maapallo eli kaikki, mitä siihen kuuluu: luonto ja ihmisen toiminta kaikissa muodoissaan.

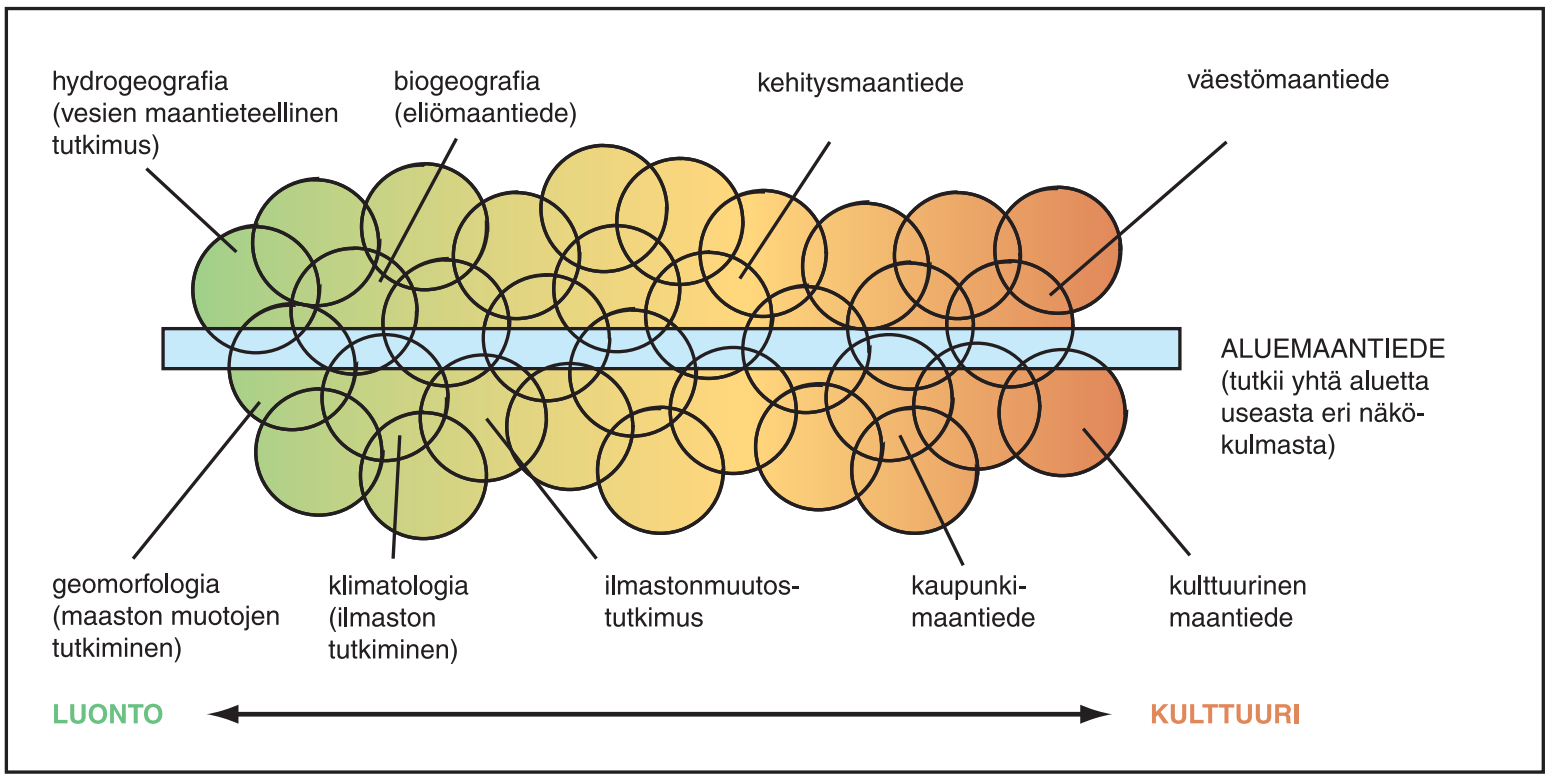
Mt. Hood ja Lost Lake, Oregon, Yhdysvallat

tamattomia alueita, lukuun ottamatta valtamerten syvänteitä. Maailmassa on kuitenkin huikea määrä ymmärtämättömyyttä ja väärinymmärrystä sekä tarkoituksellista manipulointia, minkä vuoksi maantieteellinen tieto ja ymmärrys ovat tärkeämpiä kuin koskaan. Jokaisen tulisi ymmärtää, millaisessa maailmassa elämme ja kuinka täällä toimimme.



Maantieteen tutkimuskohteet ja -alueet vaihtelevat paikallisesta globaaliin eli maapallonlaajuiseen.

Maantieteen osa-alueita



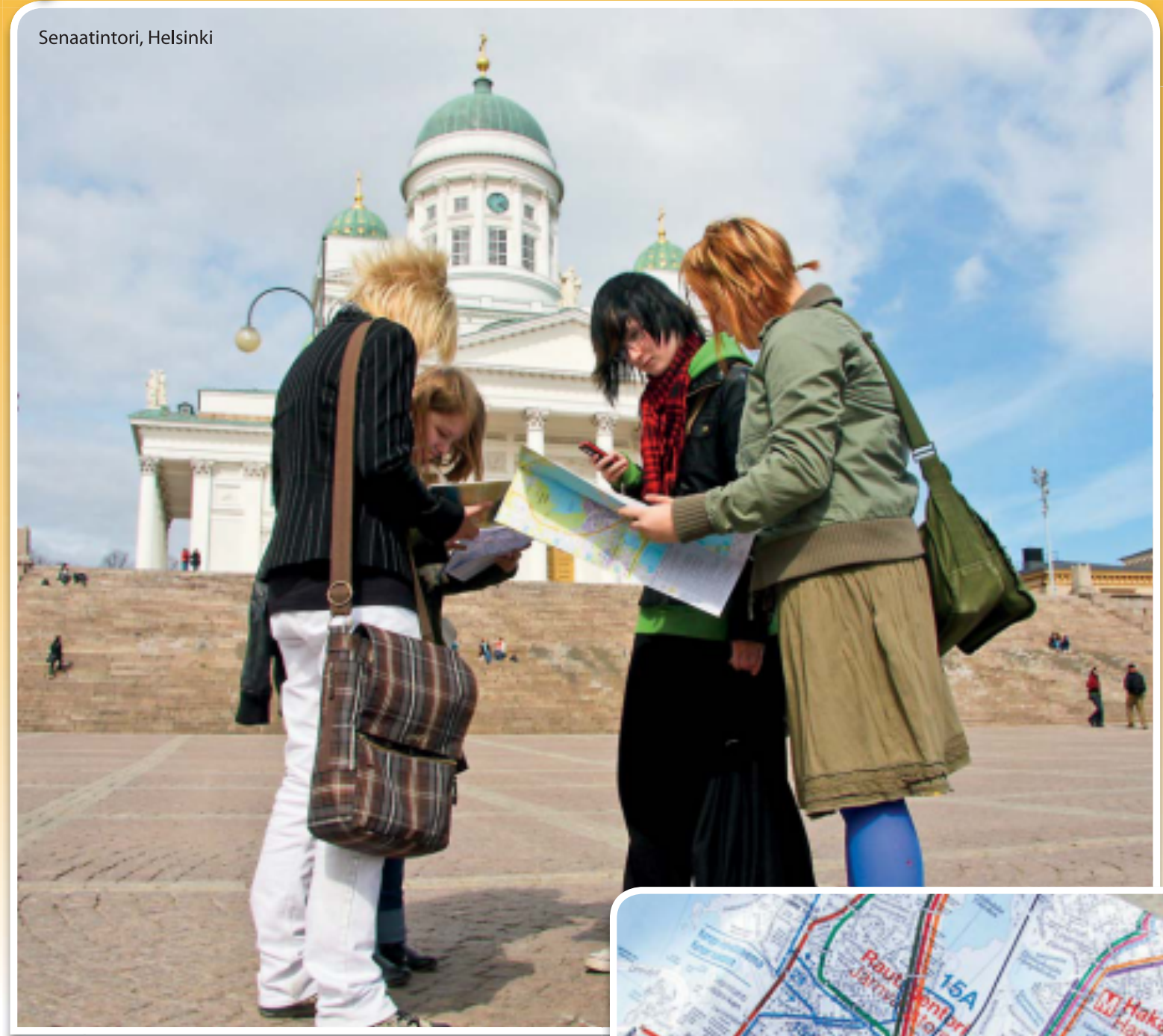
Tiivistelmä

- Maantiede etsii vastauksia kysymyksiin: mitä, missä, miten ja miksi.
- Maantiede tutkii luonnon ja ihmisen toimintaa, vuorovaikutusta ja muutoksia.
- Maantiede jaetaan yleismaantieteeseen ja aluemaantieteeseen.
- Yleismaantiede jaetaan edelleen luonnon- ja kulttuurimaantieteeseen. Luonnonmaantieteessä tutkitaan luonnonilmiöitä ja kulttuurimaantieteessä ihmisen toimintaa.
- Aluemaantieteessä tutkitaan jotakin tiettyä aluetta. Tutkittavan alueen koko voi vaihdella pienestä paikallisesta kohteesta maapallonlaajuiseen eli globaaliin.

Pohdittavaa

1. Millä perusteilla maantiedettä jaotellaan eri osa-alueisiin?
2. Mitä eroa on maantiedolla ja maantieteellä?
3. Valitse sanomalehdestä kolme uutista. Miten ne liittyvät maantieteeseen?

Kartta maantieteilijän työvälineenä



Senaatintori, Helsinki

Kartta auttaa liikkumaan paikasta toiseen. Kartan avulla hahmotetaan maailmaa, tutustutaan vieraisiin alueisiin ja paikkoihin – löydetään perille. Kartta on todellisuuden malli ja viestinnän väline. Kartat ovat parhaimmillaan sekä tieteellisiä että taiteellisia esityksiä.

Näin käytät karttoja

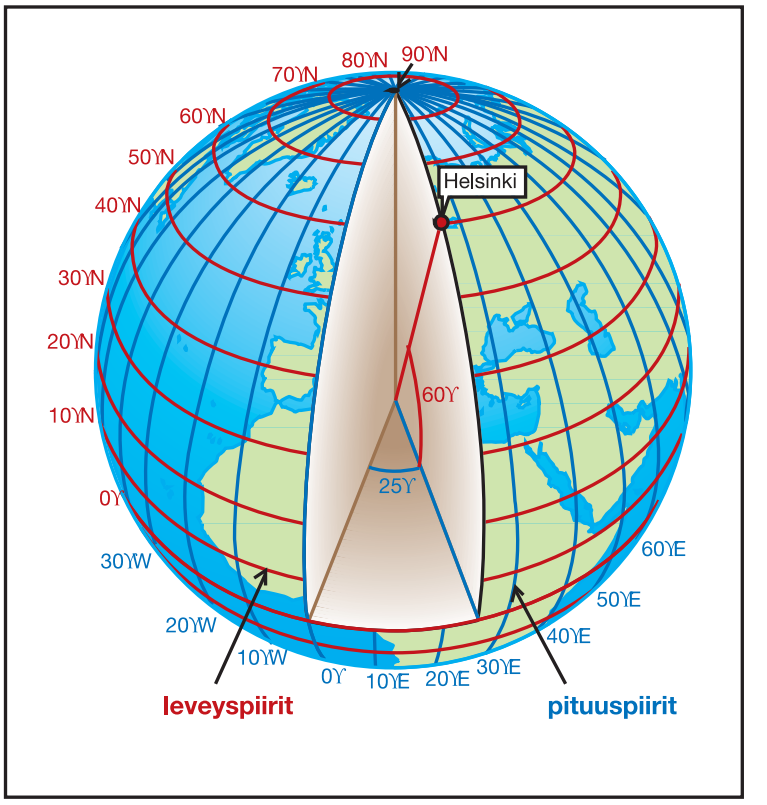
Kartta on pienennetty ja yksinkertaistettu, merkeiltään selitetty ja lisätiedoin täydennetty kuva alueesta. Karttojen lukemisessa ja laatimisessa eli **kartografiassa** on omat sääntönsä. Kartassa on oltava **mittakaava**, jotta lukija tietää, kuinka laajaa aluetta kartta esittää. Mittakaava merkitään karttaan suhdeluvulla tai sitä kuvaavalla janalla. Mitä enemmän karttaa on pienennetty eli mitä pienemmässä mittakaavassa kartta on, sitä vähemmän siihen mahtuu yksityiskohtia. Siksi kartantekijä joutuu valitsemaan, mitä yksityiskohtia kartassa esitetään.

Karttamerkkien selitys kertoo, mitä karttaan merkityt tiedot tarkoittavat. Karttamerkit voivat olla pisteitä, erilaisia kuvioita, viivoja tai pintoja, joissa on eri värejä tai kuviointeja eli rastereita. Esimerkiksi vesialueet merkitään yleensä kartoissa sinisellä ja hallinnolliset rajat punaisella. Karttamerkit kertovat, millaisia kartassa kuvatut kohteet ovat. Niiden esittämää tietoa kutsutaan **ominaisuustiedoksi**.

Kartan **sijaintitiedot** esitetään leveyspiireistä ja pituuspiireistä muodostetun **asteverkon** eli **maantieteellisen koordinaatiston** avulla. Leveyspiirit ovat päiväntasaajan suuntaisia ympyröitä. Kehältään pisin leveyspiiri on päiväntasaaja, joka jakaa maapallon eteläiseen ja pohjoiseen pallonpuoliskoon. Leveyspiirien sijainti ilmoitetaan asteina etelään tai pohjoiseen päiväntasaajasta. Suurimmillaan leveyspiirin asteluku on 90 eli pohjoisnavalla 90° N ja etelänavalla 90° S. Pituuspiirit ovat keskenään samankokoisia puoliympyröitä, jotka yhdistävät etelä- ja pohjoisnavan. Nollapituuspiiriksi on sovittu Lontoon Greenwichin tähtitornin kautta kulkeva pituuspiiri, josta muut pituuspiirit ilmoitetaan asteina itään tai länteen. Suurimmillaan pituuspiirin asteluku on 180. Tietyn paikan maantieteellinen sijainti ilmoitetaan ensin etäisyytenä päiväntasaajalta eli leveytenä ja sitten etäisyytenä nollapituuspiiriltä eli pituutena.

Paikkatiedossa yhdistyvät sijaintitieto ja ominaisuustieto

Kartan tehtävä on välittää paikkaan sidottua tietoa eli **paikkatietoa**, joka koostuu sijainti- ja ominaisuustiedoista. Tiedot voidaan sitoa johonkin paikkaan maantieteellisen koordinaatiston, hallinnollisen alueen tai osoitteen avulla. Kohteen sijainnin määrittäminen on teknisesti mahdollista satelliittipaikannuksella. Satelliittipaikannusjärjestelmistä tunnetuin on **GPS** (Global Positioning System), jonka sovellutusmahdollisuudet ja käyttäjämäärät lisääntyvät jatkuvasti. Paikkatiedon keräämiseen, säilyttämiseen, muokkaamiseen ja esittämiseen käytetään tietokoneavusteisia **paikkatietojärjestelmiä**, joista käytetään lyhennettä **GIS** (Geographic Information Systems). Ne koostuvat paikkatiedon lisäksi laitteistoista, paikkatieto-ohjelmista, tietoverkoista ja järjestelmän käyttäjistä, joista useat ovat maantieteilijöitä.



Paikan sijainti määritellään asteina päiväntasaajasta ja asteina 0-pituuspiiristä. Esimerkiksi Helsingin sijainti on 60° 10´24´´ N ja 24° 56´55´´ E, mikä luetaan 60 astetta 10 minuuttia 24 sekuntia pohjoista leveyttä ja 24 astetta 56 minuuttia 55 sekuntia itäistä pituutta. Tässä minuutit ja sekunnit eivät ole aikayksikköjä vaan asteen osia. Niitä käytetään, kun sijainti halutaan esittää tarkasti. Yhden asteen (°) kulma jaetaan 60 minuuttiin (´), joka taas jaetaan 60 sekuntiin (´´).

Karttoja luokitellaan eri tavoin

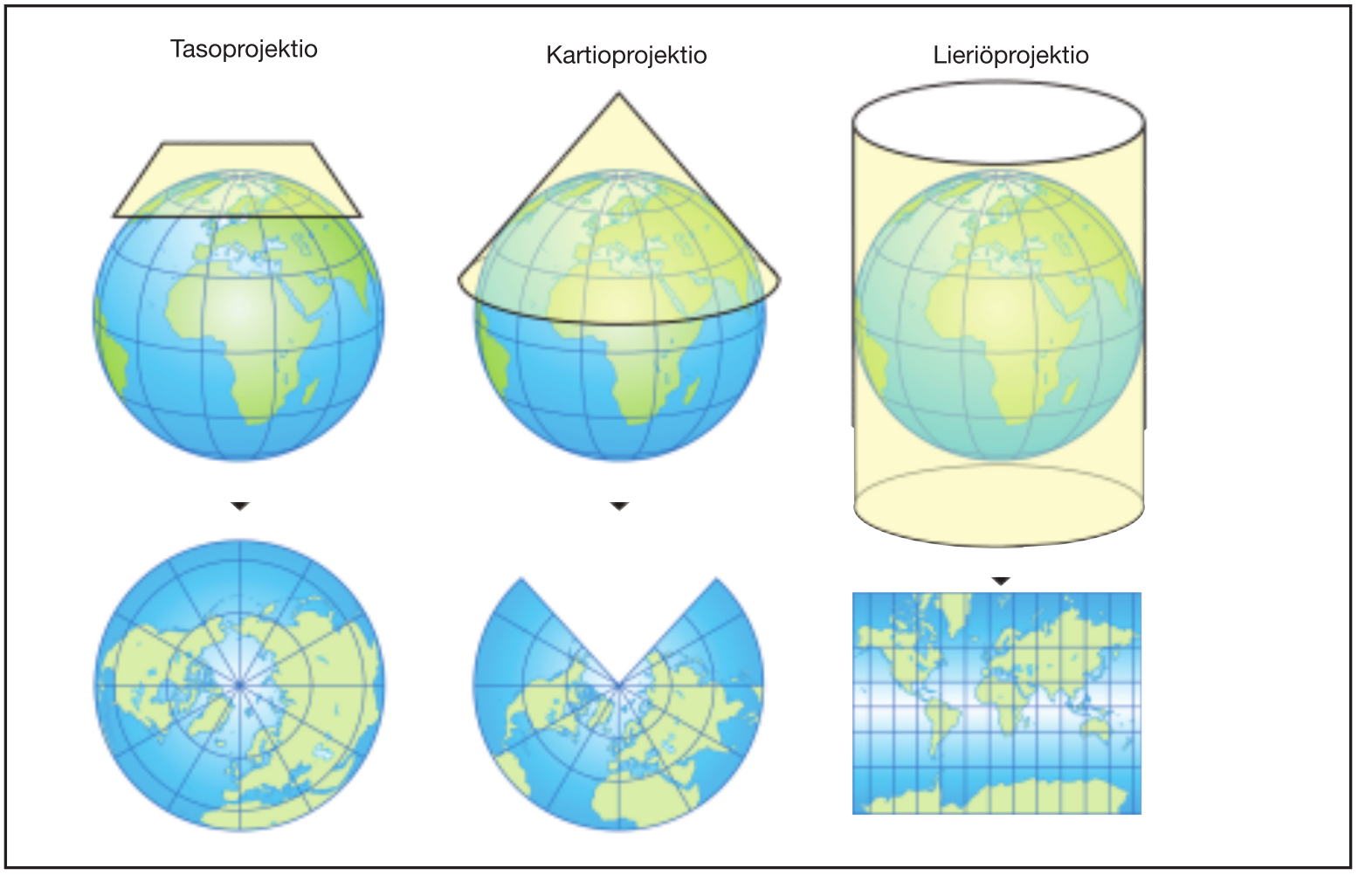
Karttoja luokitellaan asiasisällön mukaan fyysisiksi kartoiksi ja teemakartoiksi. **Fyysiset kartat** kuvaavat maanpinnalla havaittavia asioita. Fyysisiä karttoja ovat esimerkiksi pinta-alaltaan pieniä alueita kuvaavat maastokartat ja laajoja alueita kuvaavat maanosakartat. Maastokartoissa esitetään esimerkiksi vesialueet, kasvillisuus, korkeus- ja syvyyssuhteet sekä rakennukset ja tiet. **Teemakartat** keskittyvät tiettyyn aiheeseen eli teemaan. Teemakarttoja ovat esimerkiksi sademäärä-, asukastiheys- ja tiekartat.

Toinen tapa jaotella karttoja perustuu mittakaavaan, joka ilmoittaa, missä suhteessa kartalla olevia välimatkoja on pienennetty todellisuuteen verrattuna. Mittakaavan mukaan karttoja luokitellaan suurimittakaavaisiin ja pienimittakaavaisiin. **Suurimittakaavaiseksi** kutsutaan esimerkiksi karttaa, jossa mittakaava on 1:25 000. Siinä 1 cm:n matka kartalla vastaa 25 000 cm:ä eli 250 metriä luonnossa. Suurimittakaavaisessa kartassa voidaan kuvata vain suhteellisen pieni alue, kun taas **pienimittakaavaiseen** (esimerkiksi 1:1 000 000) karttaan mahtuu laajoja alueita.

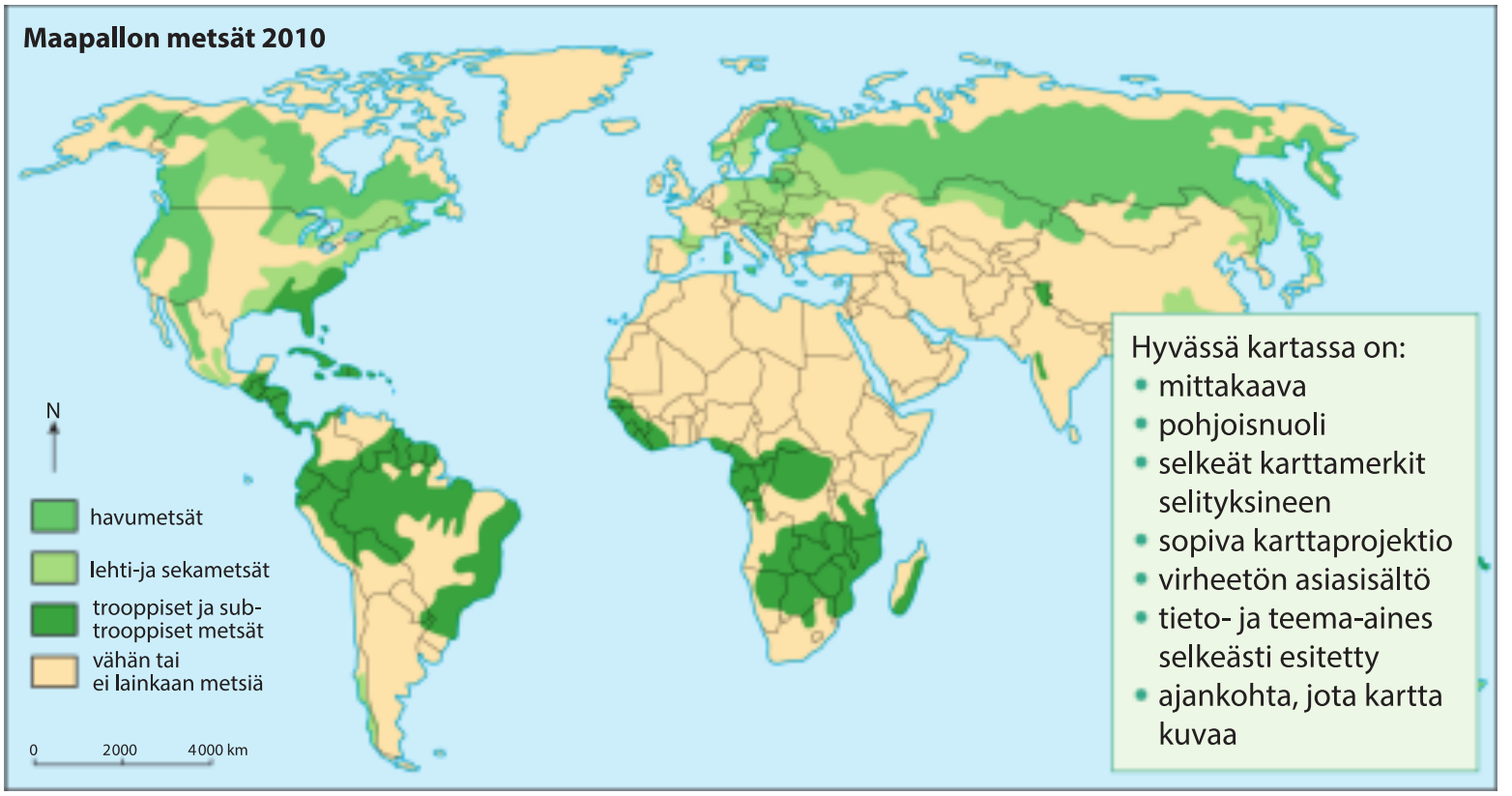
Kolmas tapa jaotella karttoja perustuu niissä käytettyyn **karttaprojektioon**. Sana projektio tulee tavasta, jolla kartta ajatellaan piirretyksi projisoimalla karttapallosta. Karttapallon keskipisteessä on valo, jonka vaikutuksesta pallon päälle asetetulle paperille muodostuu kuva maapallon pinnasta. Paperi, jolle kartta piirretään, on mahdollista asettaa karttapallolle kolmella tavalla: tasoksi, kartioksi tai lieriöksi.

Neljäs tapa jaotella karttoja liittyy tietotekniikkaan. Paperisten karttojen rinnalle ovat tulleet **sähköiset kartat**, joista hyvänä esimerkkinä ovat GPS-järjestelmään pohjautuvat navigaattorit eli paikantimet. Niissä käyttäjän sijainti määrää kartan keskipisteen. Kun käyttäjä liikkuu, vastaavasti myös näytössä oleva kartta liikkuu. Mukautuvan kartan ulkonäkö ja sisältö voivat vaihtua myös kellonajan tai säätilan mukaan.

Karttaprojektioita



Esimerkki hyvästä kartasta



Maanmittauslaitos, lupa nro 10/ILMA/2009

Maanmittauslaitos, lupa nro 541/MML/09

Karttoja laaditaan ilmakuvien perusteella.

Tiivistelmä

- Kartta on pienennetty ja yleistetty, merkeiltään selitetty ja lisätiedoin täydennetty kuva alueesta.
- Kartat sisältävät paikkatietoa, jossa yhdistyvät kohteiden sijainti ja ominaisuudet.
- Maapallon asteverkko eli maantieteellinen koordinaatisto muodostuu leveyspiireistä ja pituuspiireistä.
- Asiasisällön mukaan karttoja luokitellaan fyysisiksi kartoiksi ja teemakartoiksi.

Pohdittavaa

1. Mikä tekee paperisesta esityksestä tai sähköisestä tiedostosta kartan?
2. Miten kartta voi valehdella?
3. Mitä etuja ja haittoja on navigaattoreista?

Vanhat kartat kertovat maailmankuvan muutoksista

Vanhat kartat kuvastavat kunkin aikakauden maailmankuvaa, ihmisten käsitystä maailmasta ja itsestään sen osina. Vanhin löydetty kartta on 15 000 vuotta vanha. Siinä mammutin luuhun on raaputettu merkintöjä, jotka kuvaavat metsiä sekä kalastus- ja asuinpaikkoja Dneprjoen varrella nykyisessä Ukrainassa. Pohjois-Italiasta on löydetty yli 4 000 vuotta vanha litteään kiveen kaiverrettu kartta, joka kuvaa Carmonicalaakson kylää taloineen ja niitä yhdistävine polkuineen. Babylonialaisessa savitaulussa noin 2 300 eaa. on kartoitettu varsin tarkasti jokilaaksoa. Savitauluun on merkitty esimerkiksi yksi 12 hehtaarin maa-alue ja sen omistajan nimi, maaston korkeusvaihteluita, ilmansuunnat ja useita kaupunkeja. Edellä mainitut vanhat kartat kuvasivat kuitenkin vasta hyvin pientä osaa maapallosta.

Antiikin Kreikassa maapallon pääteltiin olevan pallonmuotoinen. Erastothenes (noin 270–190 eaa.) oli kreikkalainen tähtitieteilijä ja matemaatikko, joka toimi Aleksandrian kirjaston johtajana. Hän käytti ensimmäisenä käsitettä geografia, joka tarkoittaa ”kuvailla Maata”. Hän laski ensimmäisenä myös Maan ympärysmitan kahdelle paikkakunnalle tulevien auringonsäteiden tulokulmien erojen perusteella.

Antiikin merkittävimpänä maantieteilijänä pidetään kuitenkin kreikkalaista Klaudios Ptolemaiosta. Hän kirjoitti noin 160 jaa. Geographia-teoksen, suunnitteli maailmankarttoja ja laati niihin leveys- ja pituuspiirit. Pohjoisen sijoittaminen kartalla ylös, samoin kuin asteverkko, on omaksuttu Ptolemaiokselta. Hän määritteli Geographia-teoksessaan, että maantiede on ”kuvien avulla tapahtuvaa tulkintaa koko tunnetusta maailmasta siellä olevine ilmiöineen”. Määritelmä on ytimekäs ja toimiva vieläkin, 1 850 vuotta sen kirjoittamisen jälkeen.

Kartanpiirtäjien työ edistyi nopeasti 1500-luvulla löytöretkeilijöiden ansiosta. Samalla maailmankuva tarkentui. Kirjapainotekniikan kehittyessä myös kartat kehittyivät ja niiden julkaiseminen tehostui. Vielä 1800-luvulla karttoihin jätettiin valkoisiksi laikuiksi tuntemattomia alueita. Tutkimustietojen perusteella alettiin laatia teemakarttoja. Tuntemattomien alueiden kartoitus eteni vauhdikkaasti 1900-luvulla lentokoneista kuvattujen ilmakuvien avulla. Nykyisin satelliitit kuvaavat maapalloa koko ajan. Tutkimattomia alueita on vaikea löytää. Koko maapallon pinta on kartoitettu. Valtamerten syvyyksissä on kuitenkin vielä tuntemattomia alueita.

Tietoja Ptolemaioksen laatimista maailmankartoista käytettiin maailmankarttojen malleina 1400- ja 1500-luvuilla. Kirjapainotaidon myötä alkoi karttojen käyttö silloin yleistyä.

2 Maapallo avaruudessa

Aurinkokunta on vain pieni osa maailmankaikkeutta

Kierteisgalaksi NGC 4414

Kun katsotaan tähtiin, ei katsota tulevaisuuteen vaan kauas menneisyyteen. Taivaankappaleiden väliset etäisyydet ovat niin suuria, että omaa Aurinkoamme lähinnä olevasta tähdestä tänne saapuva valo on lähtenyt matkaan yli neljä vuotta aikaisemmin. Suurilla teleskoopeilla voidaan katsoa niin kauas, että nähdään merkkejä maailmankaikkeuden alkuajoista.

Maailmankaikkeus syntyi alkuräjähdyksessä

Maailmankaikkeus syntyi **alkuräjähdyksessä** 13,7 miljardia vuotta sitten. Alussa oli vain äärettömän pieni ja kuuma piste. Ensimmäisen sekunnin aikana maailmankaikkeus laajeni valoa nopeammin ja silloin muodostuivat kaiken nykyisen materian perusosaset. Kun lämpötila maailmankaikkeuden laajenemisen seurauksena laski muutamassa minuutissa noin miljardiin asteeseen, alkoi muodostua vety- ja heliumatomien ytimiä. Vasta satojentuhansien vuosien kuluttua nämä ytimet saivat ympärilleen elektronit ja muodostui vety- ja heliumatomeja.

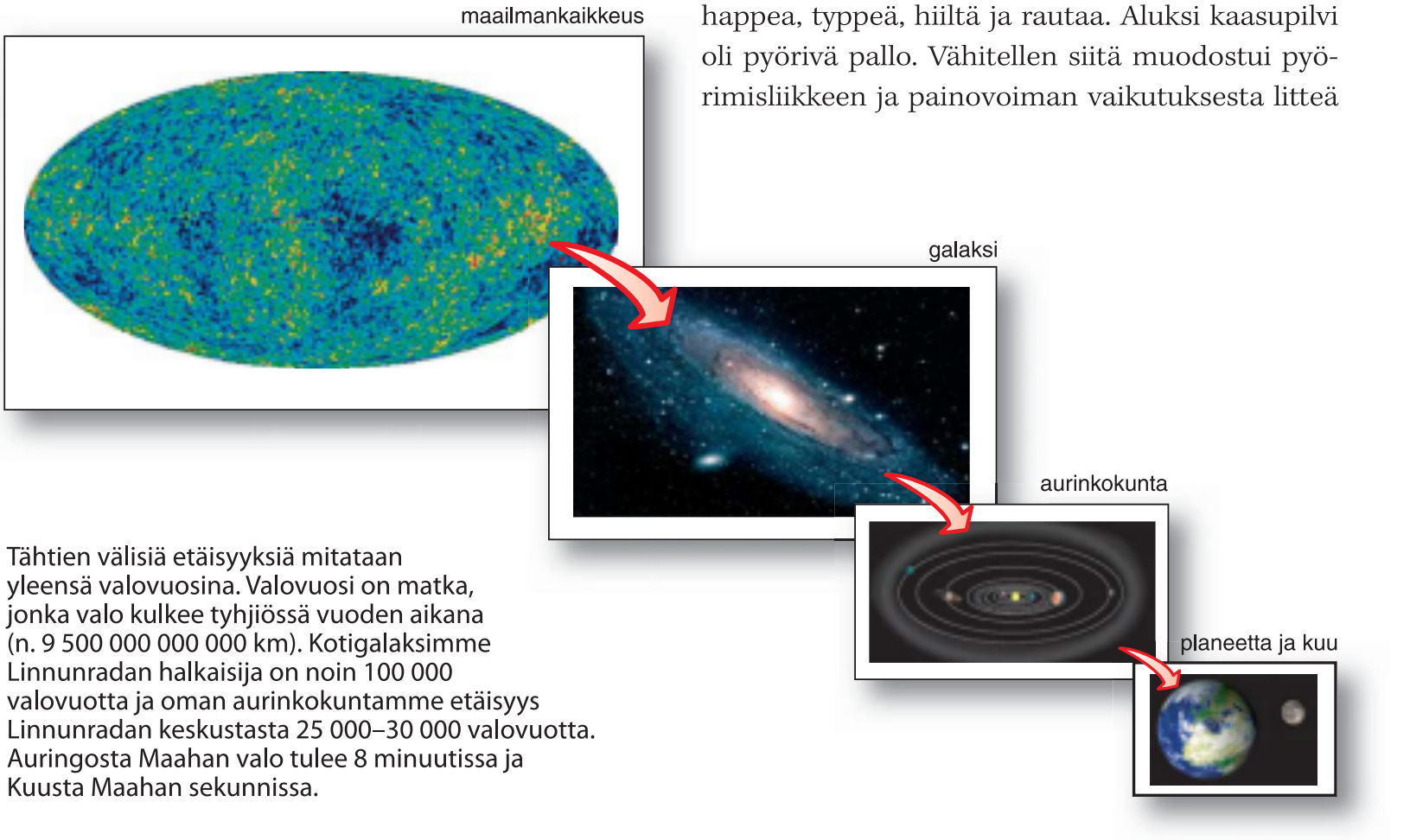
Maailmankaikkeuden alkuajoista on mahdollista tehdä havaintoja erilaisilla teleskoopeilla. Niillä voidaan tutkia säteilyä, joka on lähtenyt liikkeelle jo miljardeja vuosia sitten. Tieto kaikkein varhaisimmista tapahtumista perustuu fysiikan teorioiden pohjalta tehtyihin olettamuksiin, joista monia pystytään testaamaan isoilla hiukkaskiihdyttimillä.

Maailmankaikkeuden materiasta noin 70 % on vetyä ja 30 % heliumia. Muita alkuaineita on hävän pieniä määriä. Ensimmäiset **tähdet** eli omaa valoa säteilevät taivaankappaleet muodostuivat vety- ja heliumpilvien pyörteisiin tihentymäkohtiin. Gravitaation eli painovoiman vaikutuksesta nämä aluksi kylmät kaasupallot puristuivat yhä tiiviimmiksi. Puristumisen myötä lämpötila nousi niin suureksi, että kaasupallojen ytimissä käynnistyi **fuusioreaktio**, jossa kaksi vety-ydintä yhdistyy heliumytimeksi. Tällaisessa fuusioreaktiossa osa materiasta muuttuu energiaksi, joka vapautuu säteilynä.

Lähellä toisiaan olevat tähdet muodostavat **galakseja**. Omaa galaksiamme kutsutaan nimellä **Linnunrata**. Siihen kuuluu satoja miljardeja tähtiä, joista yksi on oma Aurinkomme.

Aurinkokunta syntyi pyörivästä kaasu- ja pölykiekosta

Aurinkokunta on keskustähden ja sitä kiertävien planeettojen ja pienempien taivaankappaleiden muodostama kokonaisuus. Oma aurinkokuntamme syntyi 4,6 miljardia vuotta sitten tähtien välisen kaasun ja pölyn tiivistyessä. Vedyn ja heliumin lisäksi tällainen kaasu- ja pölypilvi sisälsi suurten tähtien supernovaräjähdyksissä avaruuteen sinkoutuneita raskaampia alkuaineita, kuten happea, typpeä, hiiltä ja rautaa. Aluksi kaasupilvi oli pyörivä pallo. Vähitellen siitä muodostui pyörimisliikkeen ja painovoiman vaikutuksesta litteä



Tähtien välisiä etäisyyksiä mitataan yleensä valovuosina. Valovuosi on matka, jonka valo kulkee tyhjiössä vuoden aikana (n. 9 500 000 000 000 km). Kotigalaksimme Linnunradan halkaisija on noin 100 000 valovuotta ja oman aurinkokuntamme etäisyys Linnunradan keskustasta 25 000–30 000 valovuotta. Auringosta Maahan valo tulee 8 minuutissa ja Kuusta Maahan sekunnissa.

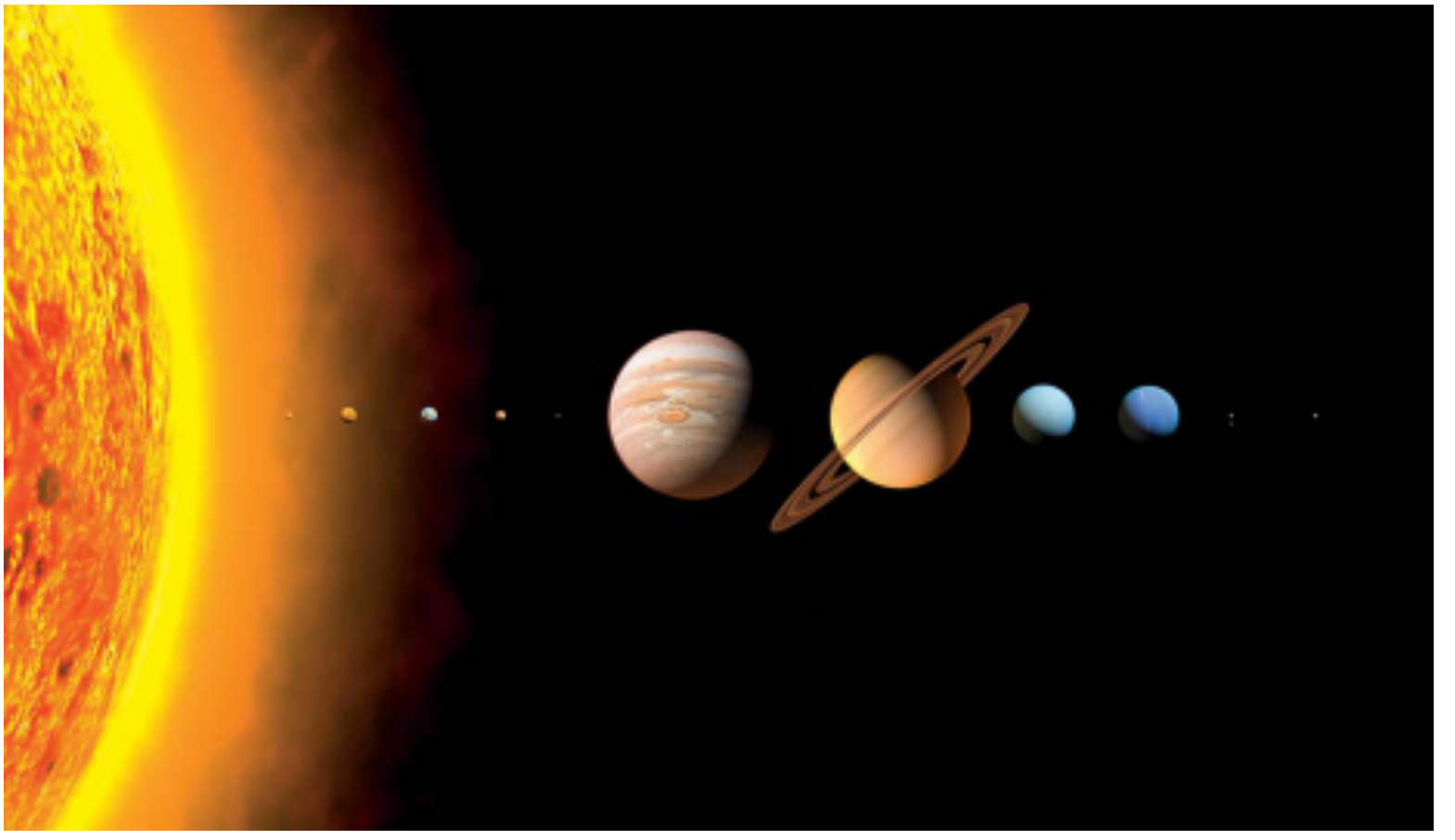
kiekko, jonka massasta suurin osa oli sen keskustassa. Kiekon keskelle kasautui suuria määriä vetyä ja heliumia. Muodostui **Aurinko**, jossa vedyn fuusioreaktio käynnistyi.

Aurinkoa kiertävässä kaasu- ja pölykiekossa hiukkaset törmäilivät toisiinsa ja kasvoivat keskinäisen vetovoiman vaikutuksesta yhä suuremmiksi kappaleiksi. Vähitellen isoimmista kappaleista alkoi muodostua planeettoja, jotka vetivät puoleensa pienempiä kappaleita. Kappaleiden törmäyksissä vapautui lämpöä, jonka vaikutuksesta esimerkiksi maapallon pinta oli pitkään hehkuvan kuumaa sulaa kiveä. Vähitellen planeettojen kiertoradat puhdistuivat muista kappaleista ja törmäykset vähenivät. Ilman ja veden virtausten aiheuttama kulutus eli eroosio on pyyhkinyt maapallolta pois suurimman osan törmäysten jäljistä.

Planeetat kiertävät Aurinkoa

Planeetaksi kutsutaan Aurinkoa kiertävää kappaletta, joka on niin suuri, että se on painovoiman vaikutuksesta muotoutunut pallomaiseksi. Planeetan määritelmään kuuluu myös se, ettei sen kanssa samalla kiertoradalla saa olla muita isoja kappaleita. Planeettojen kiertoradat ovat ellipsejä, joiden toisessa polttopisteessä on Aurinko. Käytännössä kiertoradat ovat kuitenkin lähes ympyränmuotoisia. Aurinkokuntamme kaikki planeetat kiertävät Aurinkoa samaan suuntaan ja niiden kiertoradat ovat lähes samassa tasossa.

Planeetat voidaan jakaa kahteen ryhmään. Lähimpänä Aurinkoa kiertävät **kiviplaneetat**, Merkurius, Venus, Maa ja Mars. Ne ovat kiinteitä ja niillä on Merkuriusta lukuun ottamatta ohut kaasukehä. Kaasukehien ohuuteen vaikuttavat planeettojen koko ja etäisyys Auringosta. Auringosta lähtevä hiukkassäteily eli aurinkotuuli irrottaa planeettojen kaasukehästä vety- ja heliumatomeja ja työntää niitä kohti Aurinkokunnan reunaosia. Sen vaikutus on sitä suurempi mitä lähempänä Aurinkoa ollaan. Pienten kiviplaneettojen vetovoima ei riitä pitämään niiden ympärillä paksua kaasukerrosta. Niiden keskimääräiset pintalämpötilat vaihtelevat Marsin –43 °C:sta Venuksen 450 °C:een. Vain Maassa on nestemäistä vettä.



Aurinko ja planeetat ovat kuvassa oikeissa kokosuhteissa. Merkurius, Venus, Maa ja Mars ovat pieniä kiviplaneettoja. Jupiter, Saturnus, Uranus ja Neptunus ovat isoja kaasuplaneettoja. Etäisyydet sen sijaan eivät pidä paikkaansa. Tässä mittakaavassa esimerkiksi Maan pitäisi olla yli 20 metrin etäisyydellä Auringosta.

Kauempana Auringosta kiertävät jättiläismäiset **kaasuplaneetat**, Jupiter, Saturnus, Uranus ja Neptunus. Niiden paksu kaasukehä koostuu pääasiassa vedystä ja heliumista. Suurin osa kaasuplaneettojen massasta on nestemäistä vetyä (Jupiter ja Saturnus) tai vettä (Uranus ja Neptunus). Niillä kaikilla on kuitenkin sisimpänä raudasta ja kivestä koostuva kiinteä ydin. Kaasuplaneettojen pintalämpötilat ovat alle –150 °C. Niillä on kaikilla kivipölystä ja jäästä muodostuneet renkaat.

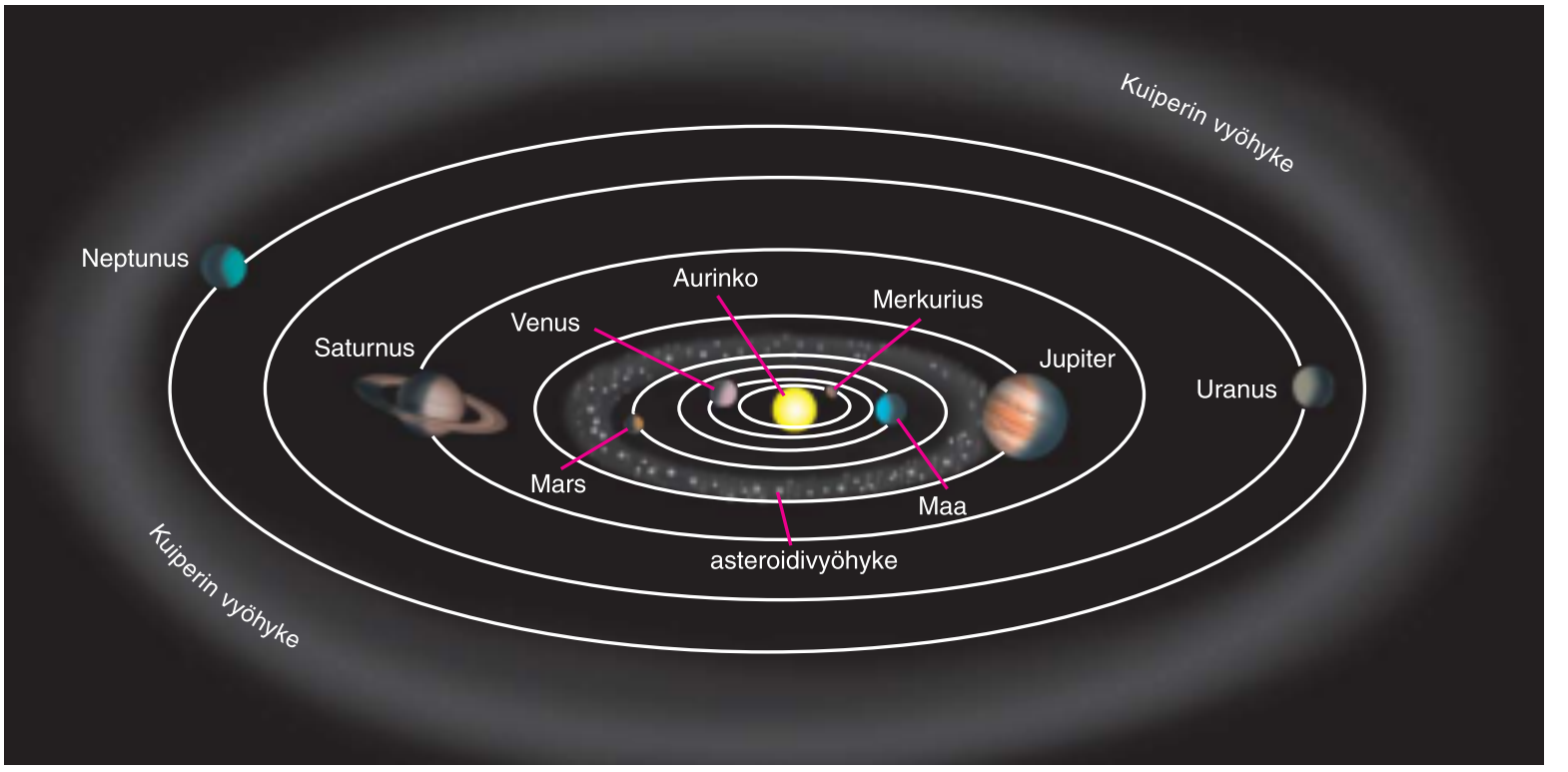
Kuut ovat planeettoja kiertäviä taivaankappaleita. Aurinkokuntamme planeetoista vain Merkuriuksella ja Venuksella ei ole kuita. Maalla on yksi kuu ja Marsilla kaksi. Jupiterilla, Saturnuksella, Uranuksella ja Neptunuksella niitä on yhteensä yli sata.

Aurinkoa kiertää myös joukko **kääpiöplaneettoja**. Kääpiöplaneetat ovat kiviplaneettoja pienempiä ja koostuvat jäästä ja kivestä. Ne ovat planeettojen tapaan pyöreitä, mutta poikkeavat planeetoista siinä, että niiden kiertoratojen läheisyydessä kiertää myös muita melko isojakin kappaleita.

Erityisesti Marsin ja Jupiterin kiertoratojen välissä kiertää pikkuplaneettoja eli **asteroideja**. Niitä on löydetty yli 100 000. Niiden koko vaihtelee kymmenistä metreistä satoihin kilometreihin.

Asteroideja pienempiä kappaleita kutsutaan **meteoroideiksi**. Kun meteoroidi tulee Maan ilmakehään, kitka kuumentaa sen hehkuvaksi ja se näkyy tähdenlentona eli **meteorina**. Yleensä ilmakehään tulevat kappaleet ovat niin pieniä, että ne ehtivät sulaa ja haihtua ilmakehään ennen kuin ne tulevat maanpinnalle. Maahan asti pudonnutta kappaletta kutsutaan **meteoriitiksi**.

Komeetat eli pyrstötähdet ovat halkaisijaltaan muutaman kilometrin kokoisia, jäästä, kivistä ja kivipölystä koostuvia kappaleita. Ne kiertävät Aurinkoa hyvin soikeaa rataa pitkin, joka tuo ne Aurinkokunnan sisäosiin säännöllisin väliajoin. Kun komeetta lähestyy Aurinkoa, Auringon säteily sulattaa jäätä. Aurinkotuuli työntää komeetasta irtoavan vesihöyryn ja kivipölyn jopa 100 000 kilometrin pituiseksi pyrstöksi, joka heijastaa Auringon valoa.



Planeetat kiertävät Aurinkoa suurin piirtein samassa tasossa lähes ympyränmuotoisia ratoja pitkin. Marsin ja Jupiterin kiertoratojen väliseltä asteroidivyöhykkeeltä on löydetty yli 100 000 asteroidia. Uloimpana sijaitsevan Kuiperin vyöhykkeen kappaleista tunnetuimmat ovat kääpiöplaneetta Pluto ja sen kuu Kharon.

Aurinko on kuuma kaasupallo

Auringon halkaisija on 109 kertaa suurempi kuin Maan halkaisija ja tilavuus yli miljoona kertaa Maan tilavuus. Se koostuu pääasiassa vedystä ja heliumista. Auringon massa on 99 prosenttia koko Aurinkokunnan massasta. Aurinko pyörii kuvitellun akselinsa ympäri noin kerran kuukaudessa.

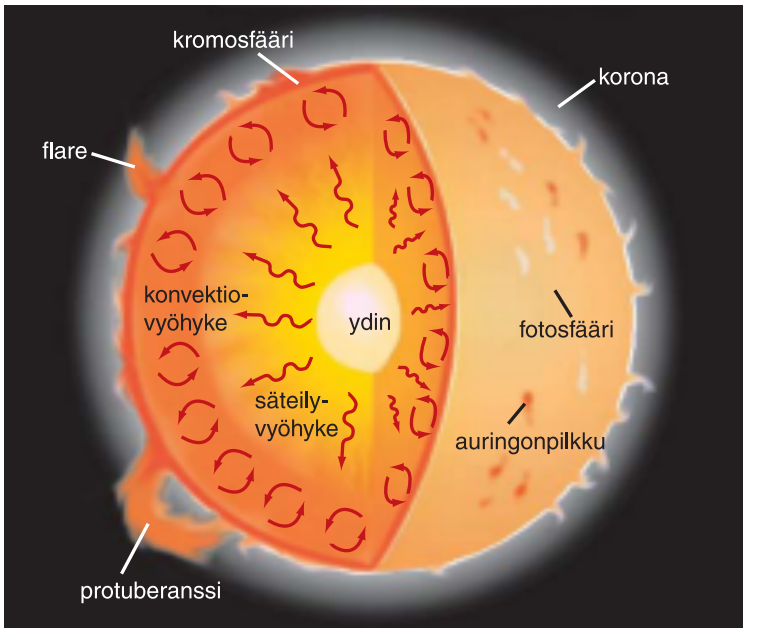
Auringossa on eri kerroksia. **Ytimessä** tapahtuu fuusioreaktioita, joissa vety-ytimet yhdistyvät heliumytimiksi. Reaktiossa vapautuu valtavia määriä energiaa gammasäteilyn muodossa. Ytimen lämpötila on 15 miljoonaa astetta. Säteily kulkee hitaasti **säteilyvyöhykkeen** läpi ja muuttuu matkalla pidempiaaltoiseksi säteilyksi, joka lämmittää **konvektiovyöhykkeen** alaosan kaasuja. Konvektiovyöhykkeen läpi lämpö siirtyy liikkuvan kaasun mukana.

Auringon Maahan näkyvä pinta on nimeltään **fotosfääri**. Sen lämpötila on 5 500 astetta. Fotosfäärin pinnalla voidaan havaita ympäristöään tummempia alueita, **auringonpilkkuja**. Auringonpilkkujen kohdalla lämpötila on noin tuhat astetta alempi kuin muualla fotosfäärissä. Tämä johtuu siitä, että auringonpilkkuihin liittyvät voimakkaat magneettikentät estävät ylöspäin nousevia kuumia kaasuvirtauksia pääsemästä fotosfääriin. Auringonpilkkujen esiintyminen vaihtelee 11 vuoden jaksoissa. Silloin kun auringonpilkkuja on paljon, maapallolla esiintyy tavallista enemmän radioliikenteen ja sähkösiirron häiriöitä sekä revontulia.

Täydellisessä auringonpimennyksessä Kuu peittää Auringon Maasta katsoen niin, että kirkas fotosfääri jää kokonaan Kuun taakse. Silloin voidaan tarkastella fotosfäärin ulkopuolella olevia kerroksia, kuten Auringon ulointa kaasukehää **koronaa** ja Auringon pinnasta kymmenien tuhansien kilometrien korkeuteen ulottuvia kuumia kaasupurkauksia: **protuberansseja** ja **flareja**.

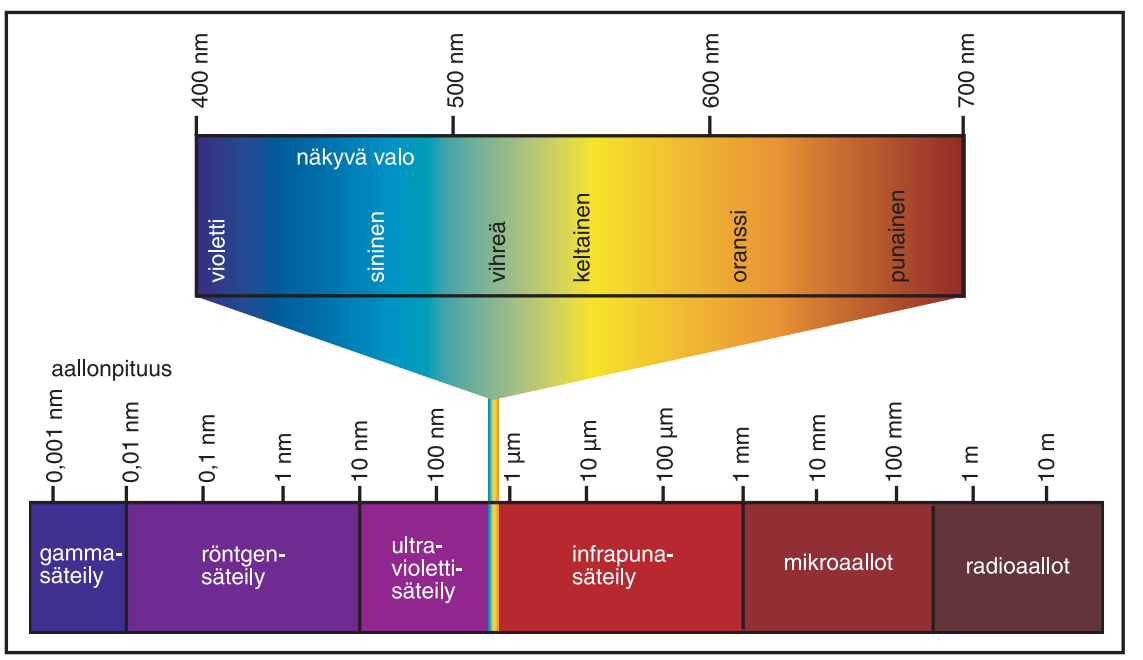
Auringon kuuma pinta säteilee energiaa tasaisesti kaikkiin suuntiin. Säteilystä noin puolet on **näkyvää valoa** ja puolet **infrapuna**- eli **lämpösäteilyä**. Kasvien yhteyttäminen maapallolla perustuu tiettyihin näkyvän valon aallonpituuksiin.

Auringon rakenne

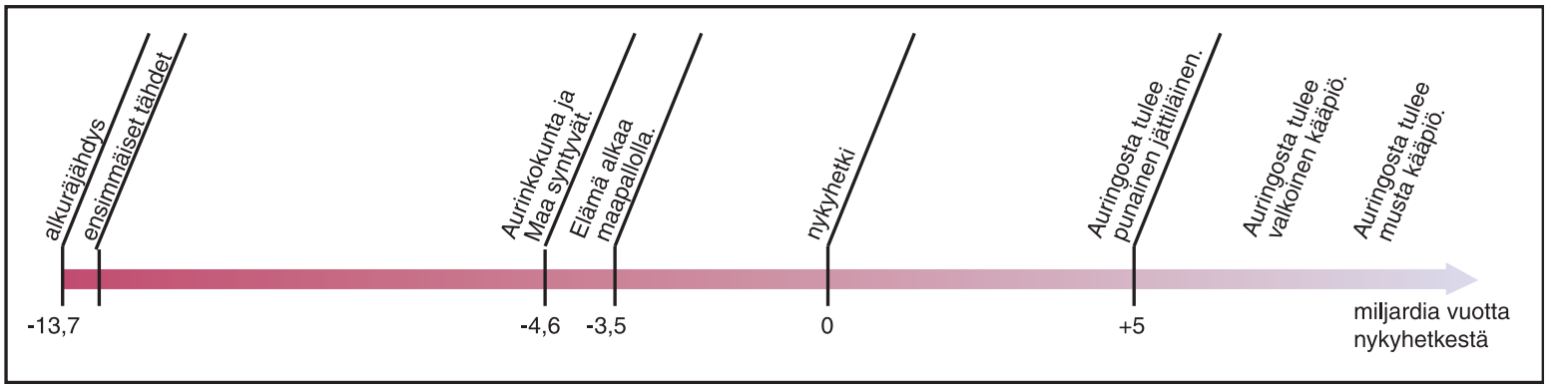


Auringon eri kerroksista Maahan näkyy normaalisti vain fotosfääri. Täydellisen auringonpimennyksen aikana voidaan nähdä myös punertava kromosfääri ja Auringon uloin kaasukehä, korona. Protuberanssit ovat hehkuvia, kaarevia kaasupilviä. Flaret ovat kirkkaina leimahduksina näkyviä voimakkaita energiapurkauksia.

Sähkömagneettinen säteily



Auringosta lähtevän sähkömagneettisen säteilyn aallonpituudet.



Maailmankaikkeuden ajanlasku alkoi alkuräjähdyksestä. Maailmankaikkeuden lopusta ei ole varmuutta.

Infrapunasäteily taas lämmittää ilmaa, vettä ja maanpintaa. Lisäksi Aurinko lähettää jonkin verran **ultraviolettisäteilyä**, josta suurin osa imeytyy ilmakehään. Aurinko lähettää myös **aurinkotuuleksi** kutsuttua hiukkassäteilyä, joka koostuu pääasiassa elektroneista ja protoneista. Hiukkassäteily on pieninäkin annoksina tappavaa, ja siksi esimerkiksi avaruuskävelyjä suorittavien astronauttien ja kosmonauttien pitää käyttää säteilyltä suojaavia avaruuspukuja. Maan magneettikenttä ja ilmakehä estävät hiukkassäteilyn pääsyn Maan pinnalle, mutta hiukkasten törmäykset ilmakehän hiukkasiin näkyvät napaseuduilla revontulina.

Aurinkokunnan tulevaisuus

Tähtien säteilemä energia on pääosin peräisin vedyn fuusioreaktioista. Suurissa tähdissä fuusioreaktiot tapahtuvat nopeammin kuin pienissä ja keskikokoisissa tähdissä, ja siksi ne kuluttavat vetyvarastonsa nopeasti loppuun.

Oma Aurinkomme on keskikokoinen tähti, ja siksi se on huomattavasti pitkäikäisempi kuin suuret tähdet. Auringon vetyvarastot kestävät vielä 5 miljardia vuotta. Kun vety vähenee, Aurinko muuttuu kuumemmaksi, mikä vaikuttaa myös elämään maapallolla. On arvioitu, että kun maapallon keskilämpötila nousee 30 asteeseen, eläminen käy maapallolla vaikeaksi. Kun lämpötila saavuttaa 100 asteen rajan, vedet haihtuvat. Kun vety loppuu kokonaan, Auringossa alkaa heliumin fuusioreaktio, jossa lämpöä vapautuu niin paljon, että Aurinko laajenee punaiseksi jättiläiseksi. Silloin Auringon lämpösäteily sulattaa Maan pintakerrokset. Kun heliumin fuusioreaktio loppuu, Aurinko alkaa jäähtyä ja samalla se puristuu kokoon. Ensin siitä tulee vain vähän lämpösäteilyä lähettävä valkoinen kääpiö ja lopulta kylmä musta kääpiö.

Tiivistelmä

- Maailmankaikkeus syntyi alkuräjähdyksessä 13,7 miljardia vuotta sitten.
- Maailmankaikkeuden osia suurimmasta pienempään ovat galaksit, aurinkokunnat ja planeetat.
- Oma Aurinkokuntamme syntyi 4,6 miljardia vuotta sitten.
- Aurinkokuntaan kuuluu Aurinko, kahdeksan planeettaa kuineen, kääpiöplaneettoja, asteroideja, meteoroideja ja komeettoja.
- Aurinko on keskikokoinen tähti, joka koostuu pääosin vedystä ja heliumista.
- Auringon ytimessä on käynnissä fuusioreaktio, jossa vapautuu valtavia määriä energiaa.
- Auringon ytimessä vapautunut energia kulkeutuu hitaasti Auringon pinnalle, josta se säteilee kaikkiin suuntiin pääasiassa näkyvänä valona ja infrapunasäteilynä.

Pohdittavaa

1. Mitä hyötyä avaruuden ja sen rakenteen tutkimisesta on ihmiskunnalle?
2. Miten Auringosta tuleva säteily vaikuttaa elämääsi?
3. Mitä voit nähdä, kun katsot taivaalle?

Maa kiertää Aurinkoa

Pallastunturit

Maan pinnalta katsellen on helppo tulkita väärin Maan ja muiden taivaankappaleiden liikkeitä. Niinpä Euroopassa vielä keskiajalla uskottiin, että Maa on kaiken keskipiste, jota Aurinko, Kuu, planeetat ja tähdet kiertävät. Vasta kun taivaankappaleiden liikkeistä tehtiin tarkkoja havaintoja pitkältä ajalta, pystyttiin päättelemään, että Auringon ja tähtien näennäinen liike johtuukin siitä, että Maa pyörii oman akselinsa ympäri ja havainnoitsija itse liikkuu maanpinnan mukana.

Planetaariset ilmiöt johtuvat Maan liikkeistä avaruudessa

Maa kiertää Aurinkoa ja Kuu Maata. Sen lisäksi Maa pyörii kuvitellun akselinsa ympäri. Nämä liikkeet vaikuttavat monella tavalla ihmisten elämään. Esimerkiksi vuodenaikojen sekä yön ja päivän vaihtelut johtuvat näistä liikkeistä. Maan pyöriminen vaikuttaa myös tuulten ja merivirtojen suuntiin sekä vuorovesi-ilmiöön. Näitä Maan liikkeisiin perustuvia ilmiöitä kutsutaan **planetaarisiksi ilmiöiksi**.

Maa kiertää Auringon ympäri kerran vuodessa

Maa kiertää Aurinkoa ellipsinmuotoista rataa, jonka toisessa polttopisteessä on Aurinko. Käytännössä Maan rata on kuitenkin lähes ympyrän muotoinen. Maa on lähimpänä Aurinkoa tammikuun alussa ja kauimpana heinäkuussa. Maan ja Auringon keskimääräinen etäisyys on noin 150 miljoonaa kilometriä. Maalta kuluu yhteen kierrokseen Auringon ympäri aikaa vuosi eli tarkalleen ottaen 365 vrk 5 h 48 min 46 s. Maan ratano-

peus on yli 100 000 km/h. Suuren ratanopeuden takia törmäys melko pienenkin meteoriitin kanssa voi aiheuttaa valtavaa tuhoa.

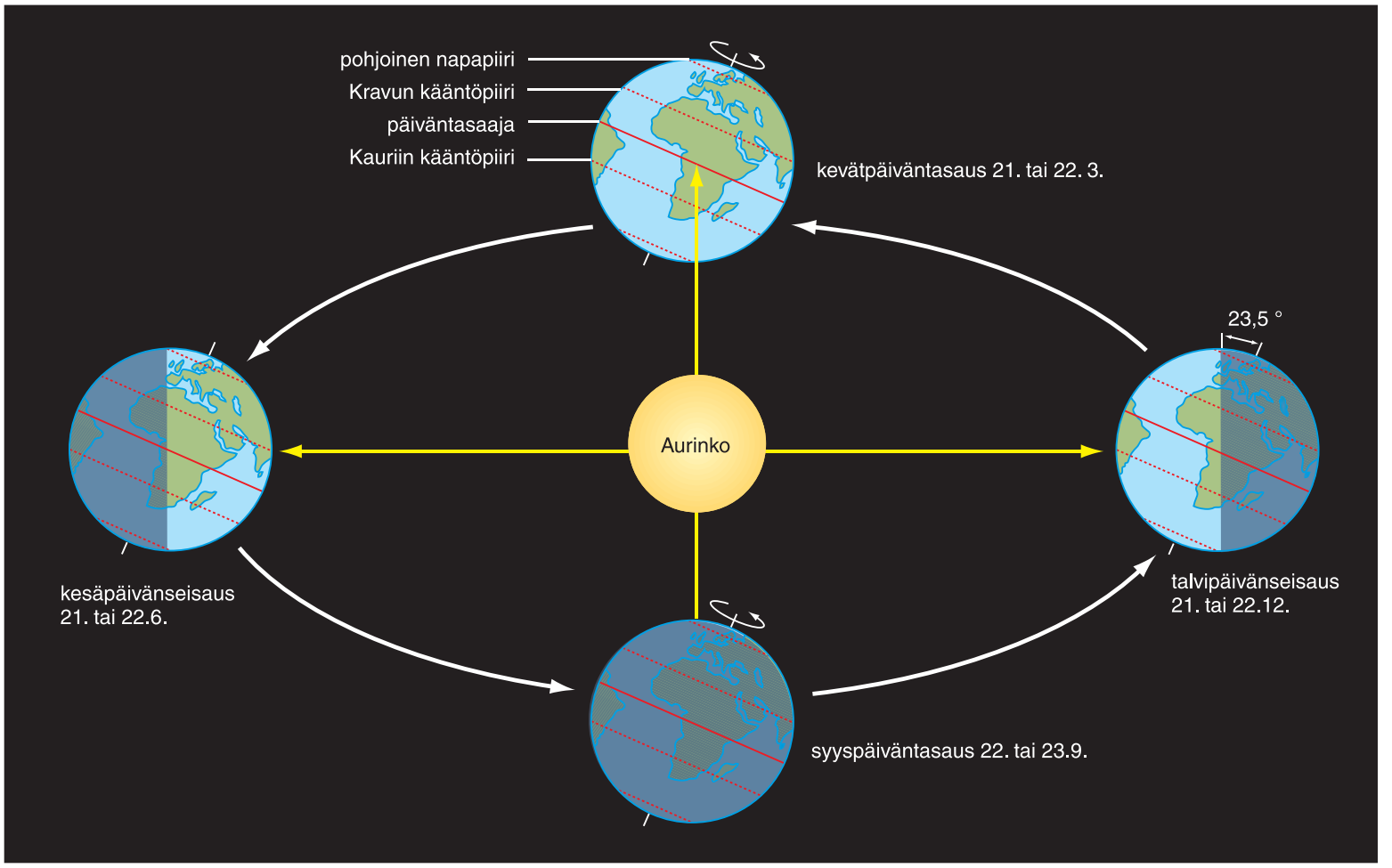
Vuodenaikojen vaihtelu johtuu Maan pyörimisakselin kaltevuudesta

Maa kiertää Aurinkoa niin, että sen pyörimisakseli muodostaa 66,5 asteen kulman kiertoradan tasoon nähden, eli voidaan sanoa, että Maa on 23,5 astetta vinossa suoraan kulmaan verrattuna. Maa pysyy samaan suuntaan kallistuneena koko ajan, kun se kiertää Aurinkoa. Siksi Maan eri osat saavat eri määrän säteilyä kiertoradan eri kohdissa. Maaliskuusta syyskuuhun pohjoinen pallonpuolisko saa enemmän Auringon säteilyä kuin eteläinen pallonpuolisko. Syyskuusta maaliskuuhun tilanne on päinvastainen.

Kesäpäivänseisauksena Auringon säteily osuu kohtisuoraan Kravun kääntöpiirille (23,5° N). Pohjoisella pallonpuoliskolla on silloin kesä ja eteläisellä pallonpuoliskolla talvi. Pohjoisella napapiirillä ja kaikkialla sen pohjoispuolella vallitsee tuolloin yötön yö, eli Aurinko ei laske lainkaan horisontin alapuolelle. Eteläisellä napapiirillä ja sen eteläpuolella taas vallitsee kaamos, eli Aurinko ei nouse lainkaan horisontin yläpuolelle. **Talvipäivänseisauksena** Auringon säteily osuu kohtisuoraan Kauriin kääntöpiirille (23,5° S). Tällöin pohjoisella pallonpuoliskolla on talvi ja eteläisellä pallonpuoliskolla kesä. Valaistuksen suhteen tilanne on päinvastoin kuin kesäpäivänseisauksena: pohjoiskalotilla vallitsee kaamos ja eteläkalotilla yötön yö. **Kevätpäiväntasauksena** ja **syyspäiväntasauksena** Auringon säteily osuu kohtisuoraan päiväntasaajalle ja valoisan ajan pituus on kaikkialla maapallolla 12 tuntia.

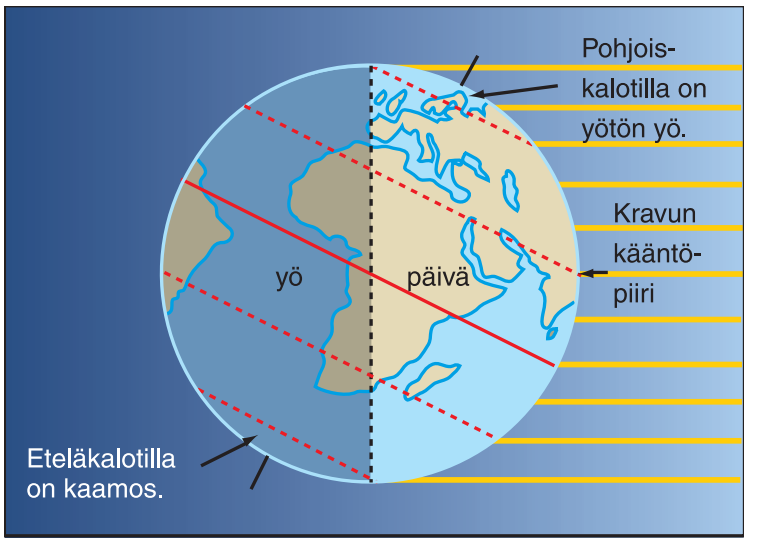
Vaikka Aurinko ei kaamoksen aikaan nouse horisontin yläpuolelle, se ei kuitenkaan merkitse täydellistä ympärivuorokautista pimeyttä. Päivällä on usean tunnin mittainen hämäräaika.

Maan asento Aurinkoon nähden eri vuodenaikoina



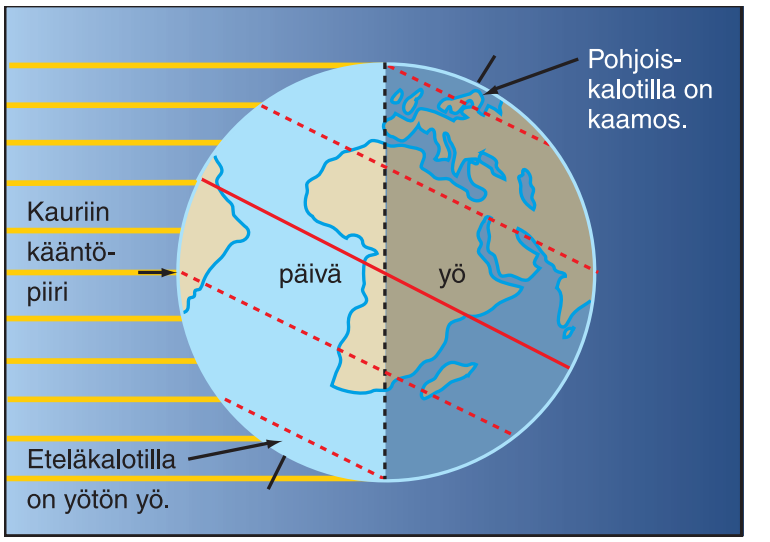
Maan pyörimisakselin vinoudesta johtuen pohjoinen ja eteläinen pallonpuolisko saavat eri määrät Auringon säteilyä eri vuodenaikoina. Erot ovat suurimmillaan kesä- ja talvipäivänseisausten aikaan.

Kesäpäivänseisaus



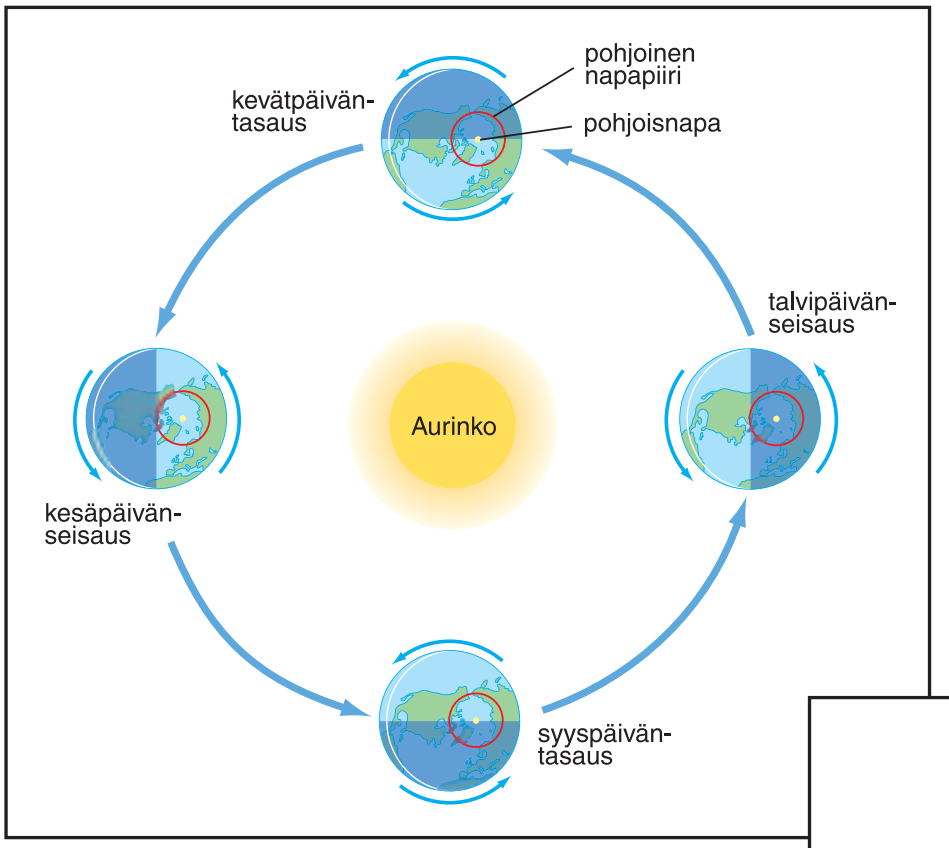
Auringon säteily tulee kohtisuoraan Kravun kääntöpiirille. Pohjoisella pallonpuoliskolla on kesä, eteläisellä pallonpuoliskolla talvi.

Talvipäivänseisaus



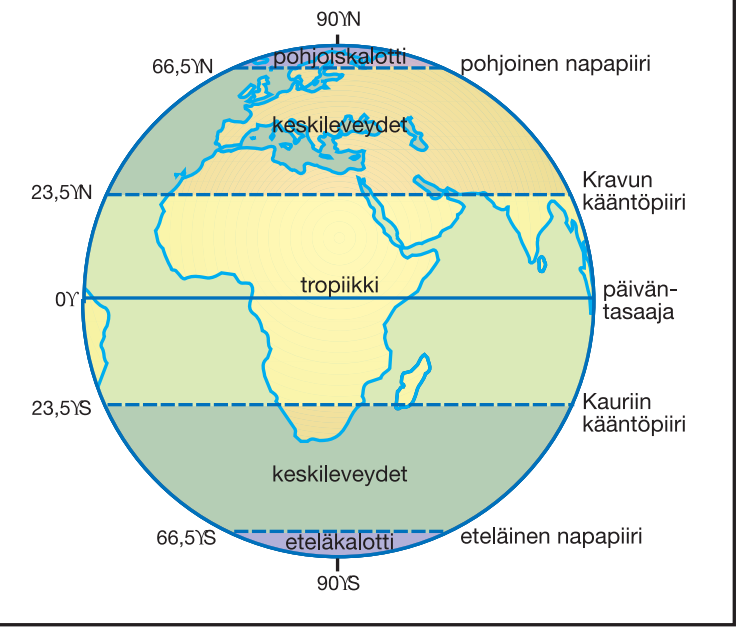
Auringon säteily tulee kohtisuoraan Kauriin kääntöpiirille. Eteläisellä pallonpuoliskolla on kesä, pohjoisella pallonpuoliskolla talvi.

Pohjoiskalotin valaistusolot eri vuodenaikoina



Kesäpäivänseisauksena koko pohjoisen napapiirin ja pohjoisnavan välisellä kalottialueella on yötön yö. Talvipäivänseisauksena pohjoisella kalottialueella vallitsee kaamos.

Maapallon valaistusvyöhykkeet



Valoisan ajan pituus vaihtelee eniten napa-alueilla

Kaikki maapallon alueet saavat vuoden mittaan Auringon valoa yhtä pitkän ajan. Päiväntasaajalla valoisan ajan pituus on ympäri vuoden noin 12 tuntia vuorokaudessa. Mitä kauemmas päiväntasaajasta mennään, sitä enemmän päivittäinen valoisan ajan pituus riippuu vuodenajasta.

Maapallo jaetaan kolmeen **valaistusvyöhykkeeseen**, joiden rajoina toimivat napapiirit ja kääntöpiirit. Kääntöpiirien välistä vyöhykettä päiväntasaajan molemmin puolin kutsutaan **tropiikiksi**. Tropiikin alueella Aurinko paistaa kohtisuoraan ylhäältä eli zeniitistä kahtena päivänä vuodessa. Vuodenaikojen väliset erot ovat pieniä. Päiväntasaajalla valoisan ajan pituus on aina noin 12 tuntia ja pimeä tulee nopeasti, koska Aurinko laskee horisontin taakse jyrkässä kulmassa. Meille tuttu hämärän aika puuttuu.

Keskileveyksillä, kääntöpiirien ja napapiirien välisillä vyöhykkeillä, vuodenaikojen vaihtelu on sitä selvempää, mitä lähemmäs napapiirejä mennään. Esimerkiksi Helsingissä valoisan ajan pituus on jouluna vain kuusi tuntia ja juhannuksena peräti 19 tuntia. Valoisaa aikaa pidentää suhteellisen pitkä hämärän aika, joka johtuu siitä, että Aurinko laskee ja nousee loivassa kulmassa. Vähän horisontin alapuolella olevan Auringon säteet heijastuvat ilmakehässä niin, että heikkoa hajavaloa tulee maanpinnalle, vaikka Aurinko ei enää olekaan näkyvissä. Auringon säteily osuu keskileveyksille aina vinosti.

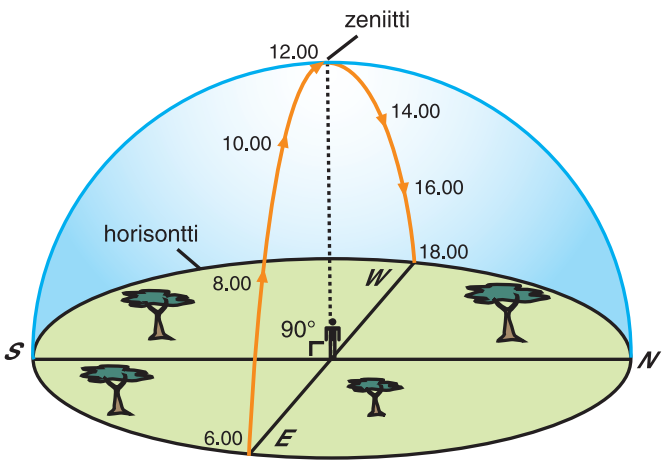
Kalottialueilla, napapiirien ja napojen välisillä alueilla, valaistuksen vuodenaikainen vaihtelu on vielä suurempaa. Napapiireillä kaamospäiviä ja yöttömiä öitä on teoriassa yksi kumpaakin. Mitä lähemmäs napoja mennään, sitä pidemmiksi yöttömän yön ja kaamoksen ajat tulevat. Äärimmäinen tilanne on pohjois- ja etelänavalla, jossa puolet vuodesta on kaamosta ja toinen puoli yötöntä yötä.

Auringonsäteilyn tulokulma vaikuttaa lämpötiloihin

Maanpinnalle tulevan lämpösäteilyn määrään vaikuttaa ennen kaikkea säteilyn tulokulma: mitä suuremmassa kulmassa säteily kohtaa maanpinnan, sitä pienemmälle alalle sama määrä lämpösäteilyä kohdistuu ja sitä enemmän se lämmittää maanpintaa. Päiväntasaajalla Auringon säteilyn tulokulma vaihtelee 66,5–90 asteen välillä eli Auringon lämpösäteilyä tulee kaikkina vuodenaikoina runsaasti. Siksi vuodenaikojen väliset lämpötilaerot ovat hyvin pieniä.

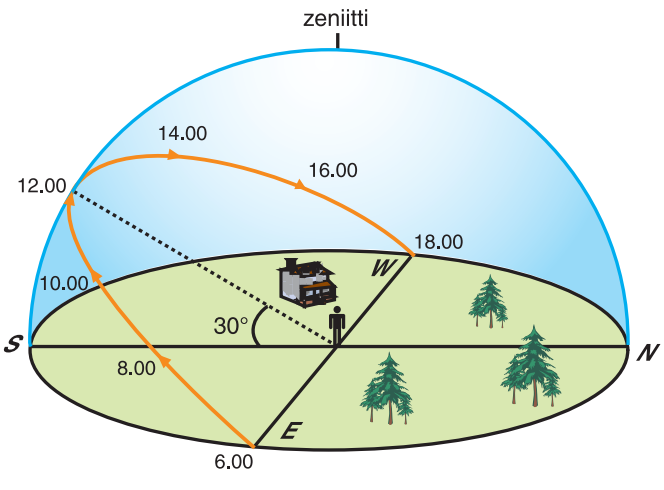
Helsingissä (60° N) Auringon säteilyn tulokulma vaihtelee 6,5–53,5 asteen välillä. Ero talven ja kesän välillä on monikertainen. Eroa korostaa vielä se, että talvella Auringon säteilyä tulee vuorokaudessa vain muutaman tunnin ajan. Talvella Suomen leveysasteilla sijaitsevat alueet ovatkin pääosin meriin varastoituneen sekä merivirtojen ja tuulten tuoman lämmön varassa. Navoilla Auringon säteilyn tulokulma on parhaimmillaankin vain 23,5 astetta, joten Aurinko ei kesälläkään paljon lämmitä. Maapallon lämpövyöhykkeistä kerrotaan tarkemmin sivuilla 69–71.

Auringon rata taivaalla maanpinnalta havaittuna



Päiväntasaaja kevätpäiväntasauksen aikaan

Kevätpäiväntasauksen aikaan Aurinko näyttää nousevan idästä (E) kello 6 ja laskevan länteen (W) kello 18. Oranssi viiva kuvaa Auringon rataa taivaalla. Päiväntasaajalla Auringon rata kulkee taivaankannen poikki zeniitin kautta eli keskipäivällä Auringon säteily tulee kohtisuoraan ylhäältä.



Helsinki (60° N) kevätpäiväntasauksen aikaan

Helsingissä Auringon säteily tulee kevätpäiväntasauksen aikaan keskipäivällä 30 asteen kulmassa. Aurinko nousee ja laskee vinosti horisontin taakse.

Tiivistelmä

- Maan liikkeet avaruudessa aiheuttavat planetaarisia ilmiöitä. Tärkeimpiä liikkeitä ovat Maan pyöriminen akselinsa ympäri ja kierto Auringon ympäri.
- Maa kiertää Aurinkoa lähes ympyränmuotoista rataa yhden kierroksen vuodessa.
- Maan pyörimisakseli on 66,5 asteen kulmassa kiertoradan tasoon nähden eli 23,5 astetta vinossa suoraan kulmaan verrattuna.
- Maa pysyy samaan suuntaan kallistuneena, kun se kiertää Auringon ympäri. Siksi pohjoinen ja eteläinen pallonpuolisko saavat vuorotellen enemmän Auringon säteilyä. Tästä johtuu vuodenaikojen vaihtelu.
- Mitä kauemmas päiväntasaajalta mennään, sitä enemmän valoisan ajan pituus vaihtelee vuodenaikojen mukaan.
- Vinosti maanpinnalle tuleva lämpösäteily jakautuu isommalle alalle kuin kohtisuoraan tuleva säteily ja siksi se lämmittää vähemmän.

Pohdittavaa

1. Miten päiväntasaajan seudun ja Suomen vuodenajat poikkeavat toisistaan?
2. Miten olosuhteet maapallolla muuttuisivat, jos Maan pyörimisakseli olisi kohtisuorassa kiertoradan tasoon nähden?
3. Mikä seisahtuu seisauspäivinä ja mikä on tasan tasauspäivinä?

Maa pyörii akselinsa ympäri

Maan pyöriminen akselinsa ympäri vaikuttaa moniin arkipäivän ilmiöihin, kuten yön ja päivän vaihteluun. Ilman Maan pyörimistä ei olisi pyörremyrskyjä tai tornadoja. Lännestä itään tapahtuvan pyörimisen ansiosta Golfvirta lämmittää meitä talvella ja länsituulet tuovat meille sateita. Pyörimisliike myös selittää, miksi Grönlantia peittää jäätikkö ja miksi Välimeren alueen kesä on kuiva. Vaikka vuorovesi Maan pinnalta katsottuna näyttää liittyvän Kuun liikkeisiin, sen rytmi noudattaa pikemminkin Maan pyörimisen aikataulua.

Maan pyöriminen akselinsa ympäri aiheuttaa yön ja päivän vaihtelun

Maapallon kuviteltu pyörimisakseli kulkee napojen ja Maan keskipisteen kautta. Maapallo pyörähtää tämän akselinsa ympäri kerran vuorokaudessa. Yhteen pyörähdykseen kuluva aika eli **tähtivuorokausi** on noin 23 tuntia 56 minuuttia. Nimitys tulee siitä, että kun yksi tähtivuorokausi on kulunut, tähdet näyttävät olevan jälleen samassa suunnassa maanpinnalta katsottuna. **Aurinkovuorokauden** pituus on 24 tuntia. Kun yksi aurinkovuorokausi on kulunut, Aurinko näyttää olevan samassa suunnassa maanpinnalta katsottuna.

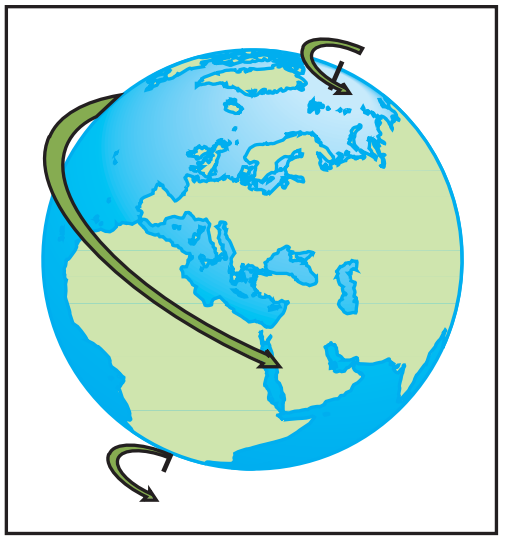
Tähti- ja aurinkovuorokauden ero johtuu siitä, että sillä aikaa, kun Maa pyörähtää akselinsa ympäri, se on ehtinyt liikkua myös kiertoradallaan eli suhteessa Aurinkoon noin 1/365 täydestä kierroksesta.

Maapallon pyörimisliikettä ei heti huomaa maanpinnalta tarkasteltuna, koska ilmakehä pyörii sen mukana. Pyörimisen voi havaita siitä, että Aurinko ja muut taivaankappaleet näyttävät liikkuvan. Koska maapallo pyörii lännestä itään, taivaankappaleet näyttävät liikkuvan taivaalla päinvastaiseen suuntaan.

Helpoimmin havaittava seuraus maapallon pyörimisestä on yön ja päivän vaihtelu. Auringon valaisemana on kunakin hetkenä puolet maapallosta. Avaruudesta katsottaessa voidaan havaita, kuinka aamunkoittoa merkitsevä pimeän ja valoisan raja liikkuu maapallon pinnalla hitaasti idästä länteen.

Asteverkon avulla mitattuna maapallon ympärysmitta on 360 astetta. Kun se jaetaan 24 **aikavyöhykkeeseen**, saadaan yhden vyöhykkeen leveydeksi 15 astetta. Periaatteessa samalla pituuspiirillä olevilla alueilla on sama aika. Käytännössä aikavyöhykkeiden rajat noudattelevat yleensä valtionrajoja ja osa valtioista on päätynyt valitsemaan jonkin muun kuin omaan aurinkoaikaansa

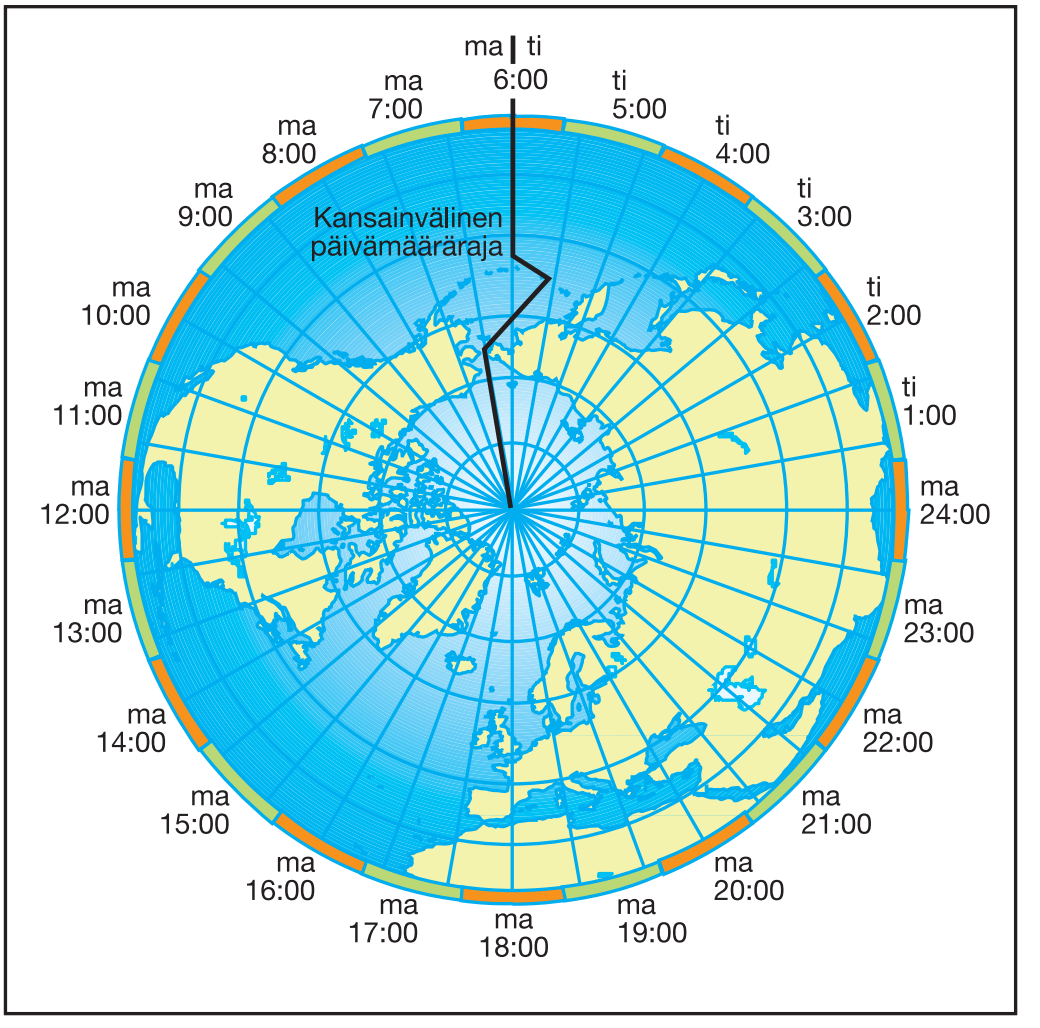
Maan pyörimissuunta



Maa pyörii kuvitellun akselinsa ympäri lännestä itään. Siksi Aurinko näyttää nousevan idästä.

Maapallolla eletään aina kahta viikonpäivää samaan aikaan. Ensimmäisenä uuteen päivään siirtyvät päivämäärärajan länsipuolella sijaitsevat Venäjän itäosat, Uusi-Seelanti ja muutamat Tyynen valtameren pienet saarivaltiot.

Aikavyöhykkeet ja kansainvälinen päivämääräraja



perustuvan aikavyöhykkeen. Esimerkiksi Länsi-Euroopassa monet valtiot haluavat pitää kellot samassa ajassa naapurimaiden kanssa. Yhdysvaltojen ja Venäjän kaltaiset isot valtiot taas on jaettu useaan aikavyöhykkeeseen. Venäjällä maan itäisimpien ja läntisimpien osien aikaero on peräti kymmenen tuntia.

Aikavyöhykkeiden nollakohtana pidetään Lontoon laitamilla sijaitsevan Greenwichin tähtitornin kautta kulkevaa nollapituuspiiriä. Se on **UTC** (koordinoitu yleisaika) -aikavyöhykkeen keskimeridiaani eli se pituuspiiri, joka kulkee kyseisen aikavyöhykkeen keskeltä. Siitä itään sijaitsevilla aikavyöhykkeillä kellot ovat edellä Lontoon ajasta, esimerkiksi Suomessa kaksi tuntia (UTC+2). Vastaavasti nollapituuspiiriltä länteen sijaitsevilla aikavyöhykkeillä kellot ovat jäljessä Lontoon ajasta.

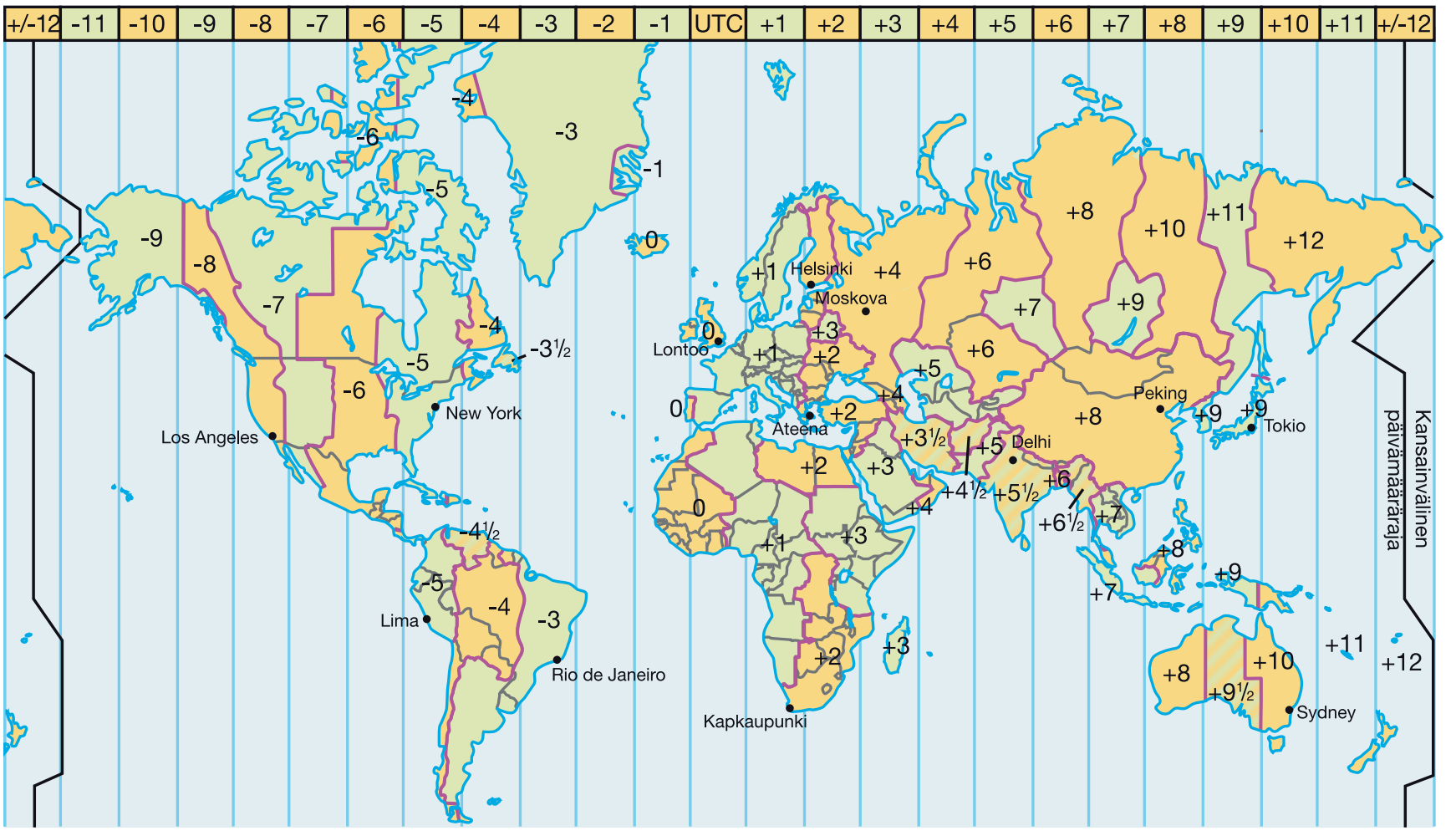
Vastakkaisella puolella maapalloa, Tyynellä valtamerellä, sijaitsee **kansainvälinen päivämääräraja**. Se kulkee pääosin pitkin pituuspiiriä 180 °W/E. Päivämäärärajaa ylitettäessä ei kaikissa kohdin tarvitse siirtää kelloa, mutta viikonpäivä vaihtuu. Kun esimerkiksi Beringinsalmen Venäjälle kuuluvalla länsirannalla on maanantaiaamu, salmen toisella puolen Alaskassa heräillään vasta sunnuntaiaamuun.

Coriolisilmiö kääntää ilman ja veden liikkeitä

Maapallon pyörimisen vaikutuksesta maanpinnan suuntaiset ilman ja veden liikkeet kaartavat pohjoisella pallonpuoliskolla menosuunnassa oikealle. Eteläisellä pallonpuoliskolla liikkeet kaartavat vasemmalle. Ilmiötä kutsutaan **coriolisilmiöksi**. Coriolisilmiö vaikuttaa maanpinnan suuntaisiin liikkeisiin sitä voimakkaammin, mitä kauemmas päiväntasaajasta mennään. Päiväntasaajaa pitkin kulkeviin liikkeisiin coriolisilmiö ei vaikuta.

Coriolisilmiön periaatteiden ymmärtäminen auttaa maapallon tuulisysteemien ja merivirtojen

Maapallon aikavyöhykkeet



reittien hahmottamista. Coriolisilmiö vaikuttaa esimerkiksi tuulten suuntiin. Myös kaikki pyörteiset tuulet, kuten pyörremyrskyt, tornadot ja trombit, johtuvat coriolisilmiöstä. Pyörteisistä tuulista kerrotaan s. 45. Merivirrat muodostavat coriolisilmiön vaikutuksesta valtamerille isot pyörteet, jotka pohjoisella pallonpuoliskolla pyörivät myötäpäivään ja eteläisellä pallonpuoliskolla vastapäivään.

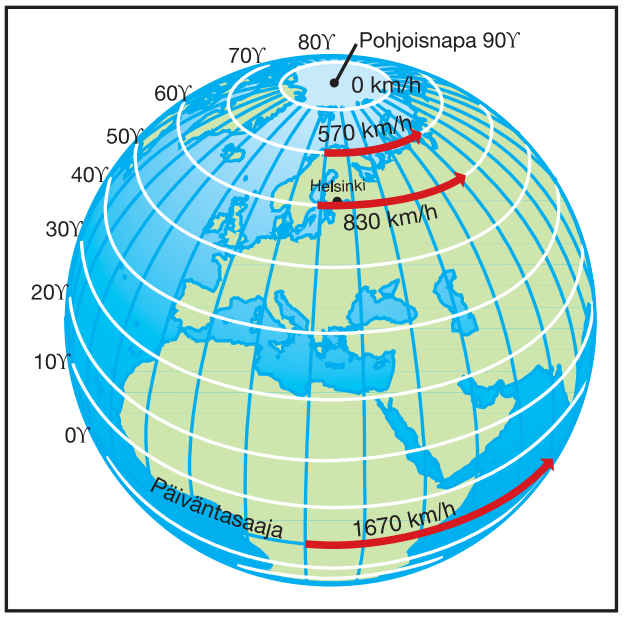
Coriolisilmiö kääntää tuulten ja merivirtojen suuntia ja siten se vaikuttaa maapallon ilmastoalueiden sijoittumiseen. Se esimerkiksi kääntää lämpimän Golfvirran kohti Norjan rannikkoa, jossa talvet ovat sen ansiosta huomattavasti lämpimämpiä kuin samoilla leveysasteilla Grönlannissa. Merivirroista ja niiden vaikutuksista ilmastoon kerrotaan s. 60.

Vuoroveteen vaikuttavat Maan ja Kuun liikkeet

Vuorovesi-ilmiöllä tarkoitetaan merenpinnan säännöllistä nousua ja laskua, joka aiheutuu Maan, Kuun ja Auringon vetovoimien sekä Maan pyörimisen yhteisvaikutuksesta. Näiden ilmiöiden avulla voidaan selittää vuoroveden perusmalli, jossa tietyllä paikkakunnalla on vuorokauden aikana kaksi kertaa **nousuvesi** eli **vuoksi** ja kaksi kertaa **laskuvesi** eli **luode**.

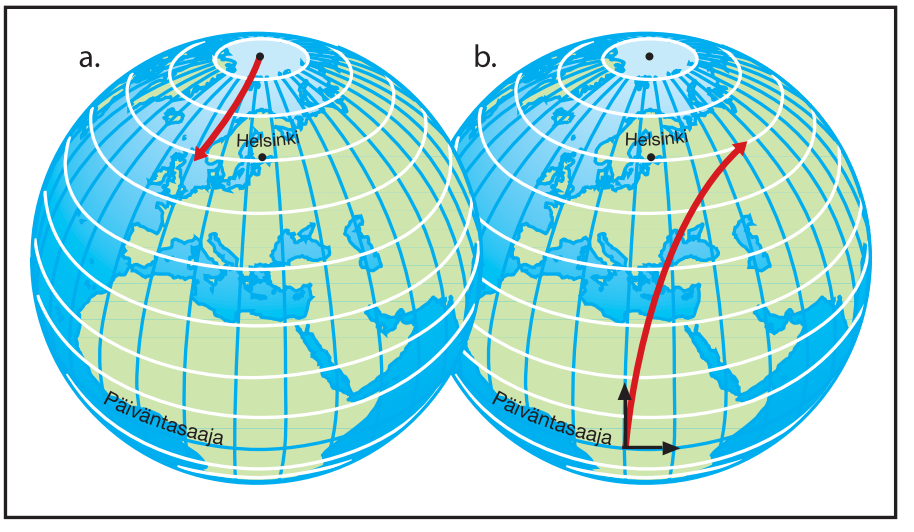
Vuoroveden perusmalli toimii vain osassa maapallon meristä. Todellisuudessa vuoroveteen vaikuttavat myös merien ja mantereiden muodot, jotka vaikuttavat siihen, miten vesi pääsee virtaamaan paikasta toiseen. Joillakin merialueilla vuoroveden liikkeitä selittää paremmin se, että Kuun vetovoima saa merialtaassa olevan veden heilahtelemaan laidalta toiselle ja tuolloin nousu- ja laskuveden rytmi voi poiketa huomattavasti edellä kuvatusta mallista.

Maanpinnan pyörimisnopeuksia



Kaikki maapallon pinnalla olevat kohteet tekevät vuorokauden aikana yhden täyden kierroksen. Päiväntasaajalla täysi kierros on 40 000 km, Helsingin leveysasteella 20 000 km ja Utsjoella alle 14 000 km. Ihminen, joka seisoisi kantapäät pohjois- tai etelänavalla, pyörähtäisi vuorokauden aikana vain omien kantapäidensä ympäri. Kuvaan on merkitty nuolilla vastaavat pyörimisnopeudet.

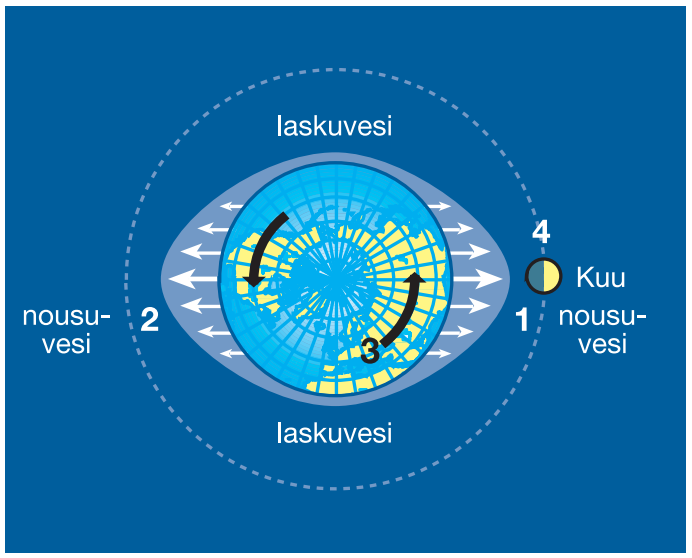
Coriolisilmiö



a.
Kuvitellaan iso jousipyssy, jolla ammutaan pohjoisnavalta kohti Helsingissä sijaitsevaa maalia. Sillä välin kun nuoli taittaa matkaa, Helsinki on maapallon pyörimisen vuoksi ehtinyt siirtyä melkoisen matkan kohti itää. Ammus ohittaa Helsingin länsipuolelta. Maanpinnalta tai kartalta tarkasteltaessa ammus näyttää kaartavan kulkusuunnassa oikealle.

b.
Kuvitellaan, että jousipyssyllä ammuttaisiin päiväntasaajalta pitkin pituuspiiriä 25 °E kohti Helsinkiä. Tällöin sekä jousipyssy että maalitaulu olisivat liikkeessä. Koska ampuja ja jousipyssy laukaisuhetkellä liikkuvat itään nopeudella 1 670 km/h, nuoli säilyttää koko ajan myös tämän itään päin suuntautuvan liikkeensä sen ohella, että se kulkee kohti pohjoista. Aluksi tämä tarkoittaa vain sitä, ettei nuoli jää jälkeen maapallon pyörimisliikkeestä. Kohti napoja mentäessä itään päin suuntautuva osa liikkeestä on kuitenkin suurempi kuin alla olevan maanpinnan nopeus. Siksi nuoli näyttää kaartavan itään eli kulkusuunnassa oikealle.

Vuorovesi-ilmiön synty



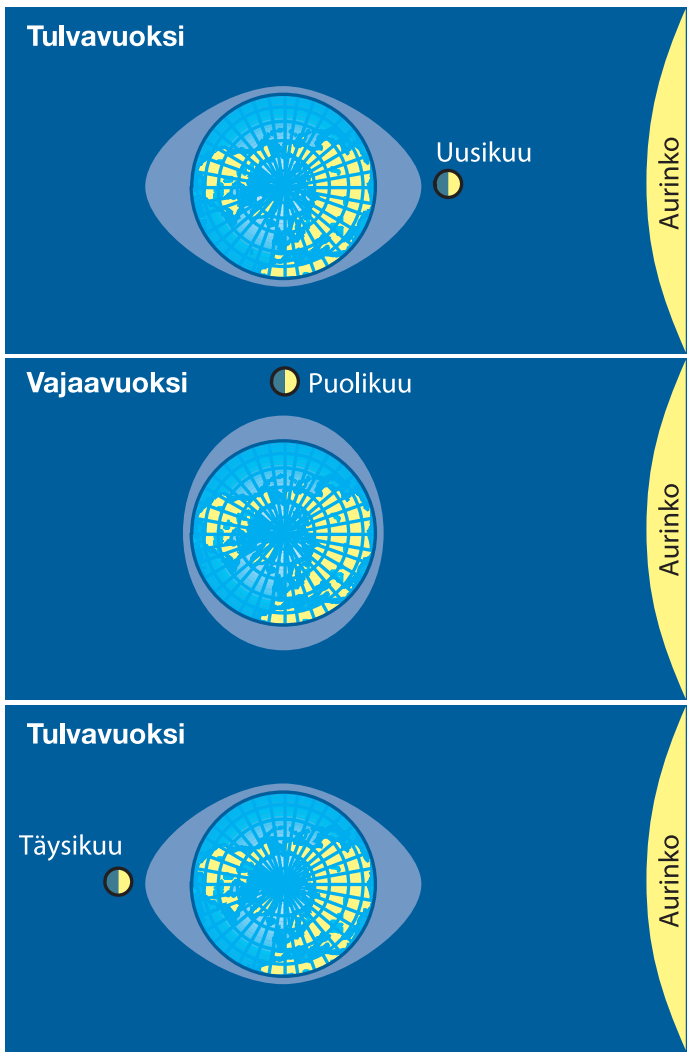
1. Kuu vetää merissä olevaa vettä puoleensa niin, että Kuuta lähinnä sijaitsevaan kohtaan syntyy mereen laaja pullistuma, jonka alueella koetaan nousuvesi. Vastaavasti siellä, mistä vettä on virrannut kohti tätä pullistumaa, koetaan laskuvesi.

2. Myös maapallon vastakkaiselle puolelle syntyy vuorovesi-pullistuma. Se muodostuu kohtaan, jossa Kuun ja Maan yhteenlaskettu vetovoima on pienimmillään. Mitä pienempi voima vetää vettä Maan keskipistettä kohti, sitä korkeammalle vedenpinta pääsee nousemaan.

3. Koska Maa pyörii akselinsa ympäri, nousuveden korkein kohta kiertää maapalloa idästä länteen.

4. Samalla kuitenkin Kuu kiertää Maata niin, että vuoroveden neljä vaihetta eivät toistukaan kerran vuorokaudessa, vaan aikaa kuluu 24 tuntia 50 minuuttia. Siksi nousu- ja laskuvesi eivät tule peräkkäisinä päivinä samaan kellonaikaan.

Tulvavuoksi ja vajaavuoksi



Myös Auringon vetovoima vaikuttaa vuorovesi-ilmiöön. Auringon vetovoima on Maassa noin puolet Kuun vetovoimasta. Vuorovesi on voimakkaimmillaan uudenkuun ja täydenkuun aikaan, kun Aurinko, Maa ja Kuu ovat samassa linjassa. Tällöin muodostuvaa poikkeuksellisen korkeaa nousuvettä nimitetään **tulvavuokseksi**. Vastaavasti vuoroveden vaihtelu on pienimmillään silloin, kun Aurinko ja Kuu ovat Maasta katsoen toisiinsa nähden 90 asteen kulmassa. Tällaisesta matalasta nousuvedestä käytetään nimitystä **vajaavuoksi**.

Nousuvesi ja laskuvesi Kanadan itärannikolla.

Tiivistelmä

- Maan pyörimisliike saa aikaan yön ja päivän vaihtelun sekä taivaankappaleiden näennäisen liikkeen taivaalla.
- Maapallo jaetaan 24 aikavyöhykkeeseen, joiden rajoina ovat teoriassa pituusasteet, käytännössä valtioiden rajat.
- Coriolisilmiö kääntää maanpinnan suuntaisia liikkeitä oikealle pohjoisella pallonpuoliskolla ja vasemmalle eteläisellä pallonpuoliskolla. Päiväntasaajaa pitkin kulkeviin liikkeisiin coriolisilmiö ei vaikuta.
- Coriolisilmiö vaikuttaa tuulten ja merivirtojen suuntiin ja sitä kautta eri alueiden ilmastoihin.
- Coriolisilmiö vaikuttaa pyörremyrskyjen, tornadojen ja trombien syntyyn.
- Maan pyörimisliike vaikuttaa siihen, missä kulloinkin on nousu- ja missä laskuvesi.

Pohdittavaa

1. Miten maailma muuttuisi, jos Maan pyörimisnopeus hidastuisi puoleen nykyisestä?
2. Miten elämä Suomessa muuttuisi, jos Maa pyörisi päinvastaiseen suuntaan kuin nykyisin?
3. Miten aikavyöhykkeet vaikuttavat elämääsi?

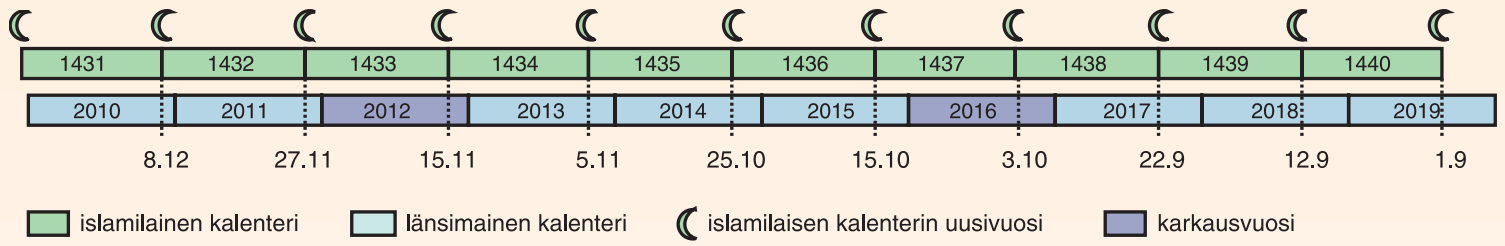
Ajanlasku perustuu taivaankappaleiden liikkeisiin

Ajanlaskumme perusyksiköt ovat vuorokausi, kuukausi ja vuosi. Ne kaikki liittyvät taivaankappaleiden liikkeisiin: Maan pyörähdys akselinsa ympäri kestää vuorokauden, kuukausi taas vastaa Kuun kiertoaikaa Maan ympäri ja vuosi Maan kiertoaikaa Auringon ympäri. Ajanlaskun kannalta ongelmallista on kuitenkin se, että näihin pyörähdys- ja kiertoliikkeisiin kuluvat ajat eivät ole toistensa kanssa tasan jaollisia. Jos kuukausi määritellään kahden uudenkuun väliseksi ajaksi, sen pituudeksi saadaan noin 29,5 vuorokautta. Maan kiertoaika Auringon ympäri taas on noin 365,25 vuorokautta. Vuoden aikana Kuu kiertää 12,4 kertaa Maan ympäri.

Länsimaisessa ajanlaskussa kuukausien määräksi on saatu tasan 12 siten, että eri kuukausiin kuuluu eri määrä päiviä. Kalenterikuukaudet eivät siis ole sidoksissa Kuun vaiheisiin.

Islamilaisessa kulttuurissa sitä vastoin on käytössä kuukalenteri, joka seuraa kuun vaiheita. Kuukausien määrä on 12 ja niiden pituus on joko 29 tai 30 vuorokautta. Vuoden pituudeksi tulee 354 vuorokautta, ja näin ollen ajanlasku ei ole sidoksissa vuodenaikoihin. Esimerkiksi paastokuukausi Ramadan on eri vuosina eri aikaan.

Länsimaisessa ajanlaskussa kalenteri on tiukasti sidottu vuodenaikoihin karkauspäivien avulla. Neljällä jaollisina vuosina helmikuun loppuun lisätään 29. päivä. Sen lisäksi pitää vielä muistaa, että sadalla jaollisista vuosista vain 400:lla jaolliset ovat karkausvuosia, esim. vuosi 2000 oli karkausvuosi, mutta 2100 ei ole.



Islamilainen ajanlasku alkaa siitä, kun profeetta Muhammed pakeni Mekasta Medinaan.
Tämä vuosi on länsimaisessa kalenterissa 622.

3 Ilmakehä

Ilmakehä suojaa elämää

Lähes kaikilla Aurinkokuntamme planeetoilla on ympärillään jonkinlainen kaasukehä, mutta vain Maasta on löydetty elämää. Maapallolle ominaisen ilmakehän muodostuminen on luonut edellytykset nykyisen kaltaisen elämän kehittymiselle.

Ilmakehä koostuu kaasuista

Maapallon alkuaikoina sen kaasukehässä oli hiilidioksidia, typpeä, vetyä, rikkivetyä, metaania, ammoniakkia ja vesihöyryä. Kun yhteyttämiseen kykenevät bakteerit kehittyivät, kaasukehään alkoi tulla vähitellen myös vapaata happea. Vasta noin 400 miljoonaa vuotta sitten ilmakehän hapen määrä oli suunnilleen nykyisellä tasolla.

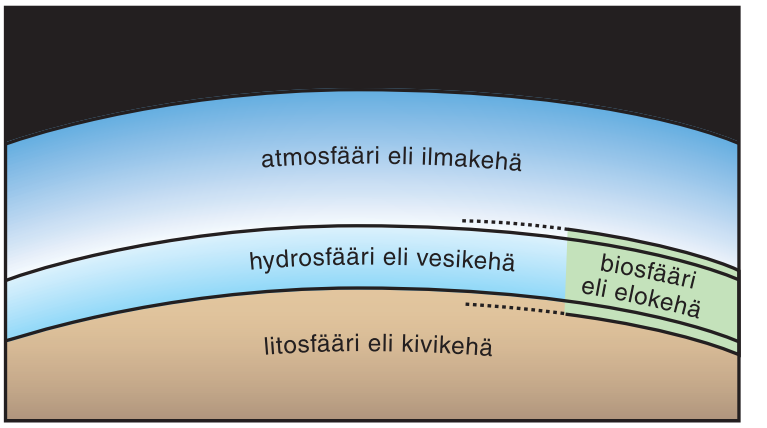
Nykyisessä **ilmakehässä** eli **atmosfäärissä** on tuhansia, pääosin kaasumaisia kemiallisia yhdisteitä ja alkuaineita. Ilmakehän tilavuudesta suurin osa on typpeä ja happea ja vain pieni osa on hiilidioksidia sekä jalokaasuja, kuten argonia ja heliumia. Näiden lisäksi ilmakehässä on vesihöyryä, jota käsitellään tarkemmin Veden kiertokulku -luvussa (s. 48–51). Ilmakehän alaosassa on myös pieniä, luonnosta peräisin olevia aerosolihiukkasia, kuten meriveden roiskeista syntyneitä suolakiteitä, maaperästä nousevaa tomua, tulivuorten tuhkaa ja siitepölyä. Pääasiassa ihmisen aikaansaamia hiukkasia ovat esimerkiksi palamisessa syntyvä noki,

sulfaatit ja erilaiset orgaaniset yhdisteet. Ihmisen toiminta vaikuttaa voimakkaasti myös ilmakehän kaasukoostumukseen ja sen seurauksena eliöiden on sopeuduttava muuttuviin olosuhteisiin.

Ilmakehä voidaan jakaa kerroksiin esimerkiksi kaasukoostumuksen tai lämpötilojen mukaan. Kaasujen tiheyden mukaan ilmakehä jaetaan kahteen kerrokseen. Noin 100 kilometrin korkeudelle ulottuva alaosa on kaasukoostumukseltaan tasalaatuista **homosfääriä**. Koska ilmanpaine on ilmamassan paksuudesta johtuen suurin lähellä maapallon pintaa, myös kaasujen tiheys on suurin ilmakehän alaosassa. Tällöin atomit ja molekyylit törmäilevät toisiinsa ja pitävät ilmakehän alaosan kaasut sekoittuneena.

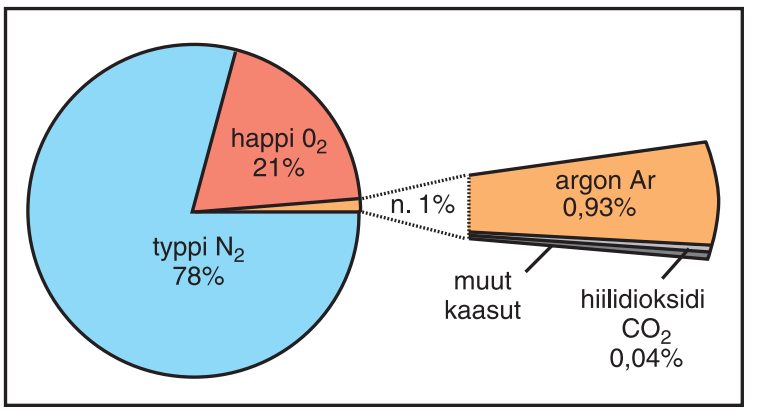
Ylöspäin mentäessä ilmanpaine pienenee, kaasumolekyylit ovat harvemmassa ja niiden väliset törmäykset vähenevät. Maan vetovoima vaikuttaa erimassaisiin molekyyleihin niin, että ne muodostavat omat kerroksensa. Tätä ilmakehän kerroksellista yläosaa kutsutaan **heterosfääriksi**. Sen alaosassa esiintyy raskaampia happi- ja typpimolekyylejä. Ylempänä on kevyempiä kaasuja, pääasiassa heliumia ja vetyä.

Maapallon kehät eli sfäärit

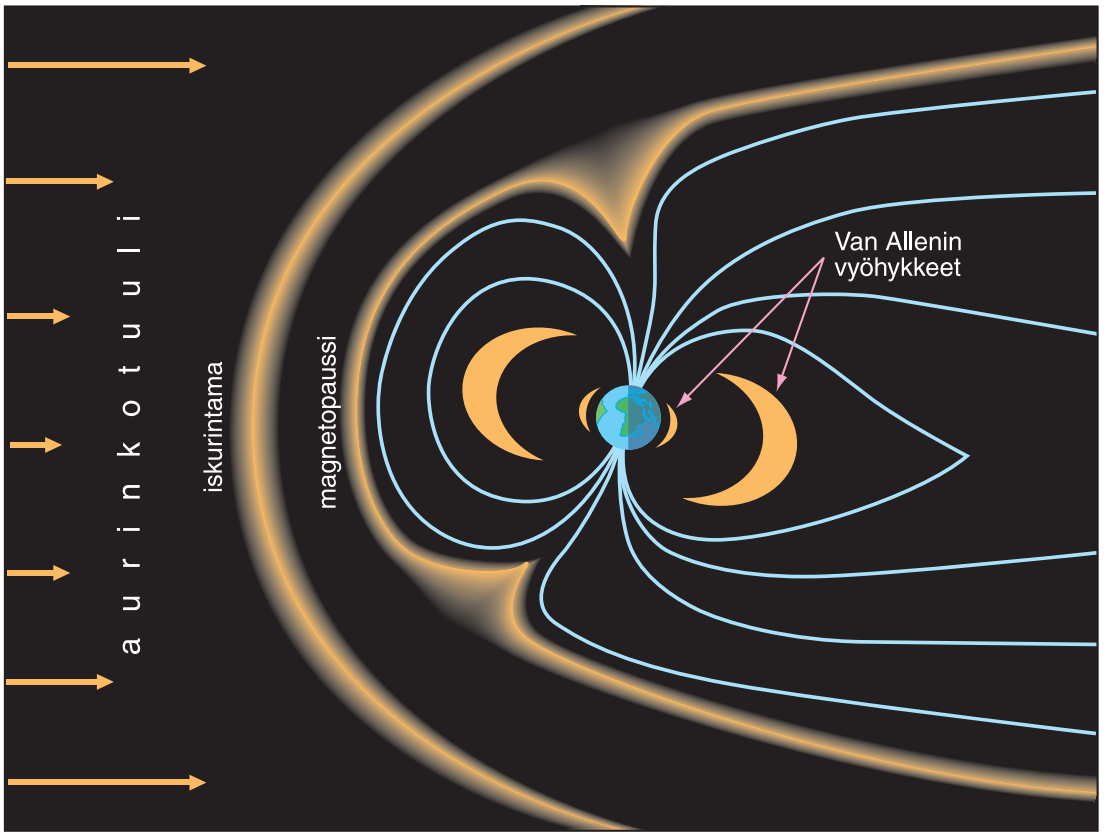


Ihmisten ja muiden eliöiden kannalta maapallo jakautuu neljään kehään eli sfääriin.

Ilmakehän kaasukoostumus ilman vesihöyryn osuutta



Magnetosfääri



Maapallon magneettikenttä muodostaa maapallon ympärille magnetosfäärin, jonka uloin raja on magnetopaussi. Aurinkotuulen hiukkaset törmäävät magneettikentän vaikutuksesta syntyvään iskurintamaan. Osa aurinkotuulen protoneista ja elektroneista pääsee tämän magneettisen suojakilven läpi ja muodostaa Van Allenin säteilyvyöhykkeet.

Ilmakehän kerrosten rajaaminen lämpötilan mukaan

Ilmakehällä ei ole mitään ylärajaa, vaan kaasut harvenevat vähitellen maanpinnalta ylöspäin mentäessä ja ilmakehä vaihtuu avaruudeksi. Ulointa osaa ilmakehästä kutsutaan **eksosfääriksi**, ja se koostuu pääosin vedystä ja heliumista.

Eksosfääri vaihtuu vähitellen **termosfääriksi**, jonka yläosassa lämpötila on jopa 2 000 °C. Lämpötila johtuu Auringon hyvin lyhytaaltoisen säteilyn luovuttamasta energiasta. Koska termosfäärissä aine on äärimmäisen harvaa, sillä ei ole lämmittävää vaikutusta. Hapen ja typen molekyylit ovat asettuneet termosfäärissä kerroksiksi massansa mukaan.

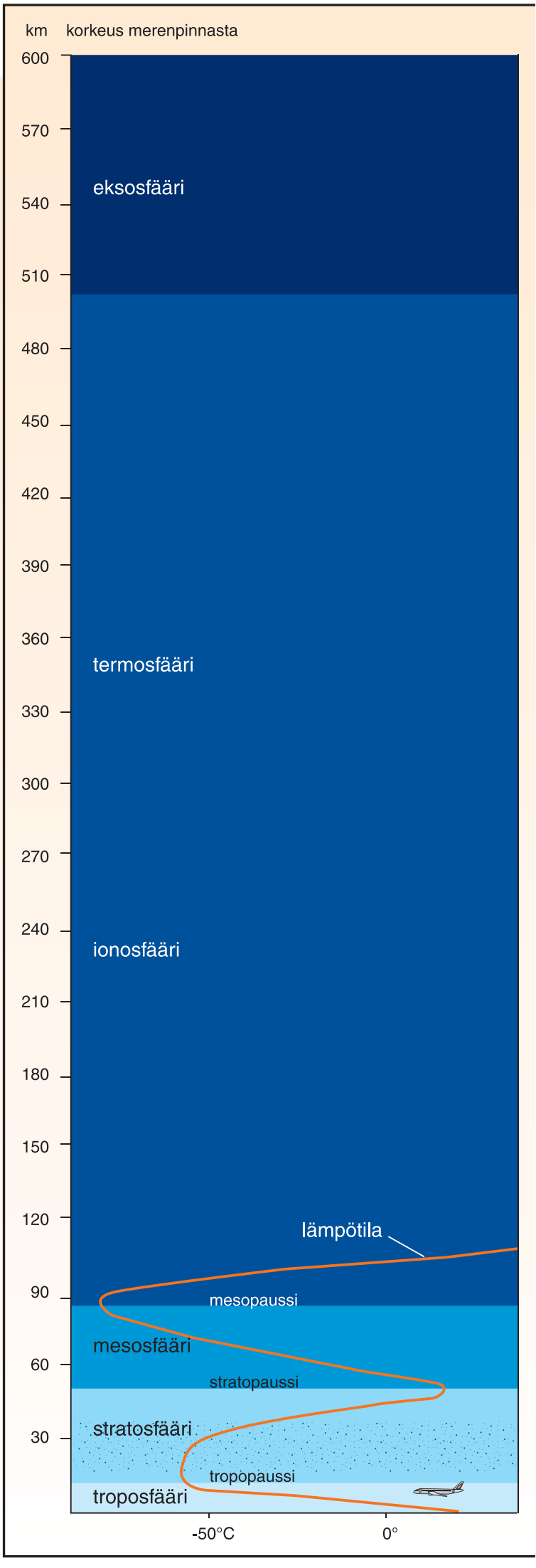
Termosfäärin alaosaa kutsutaan **ionosfääriksi**, jossa Auringosta tuleva säteily hajottaa atomeja ioneiksi, joihin maapallon magneettikenttä vaikuttaa. Aurinkotuulena Auringosta tulevat protonit ja elektronit aiheuttavat ionosfäärissä revontulia, kun ne törmäävät ilmakehän atomeihin ja molekyyleihin. Koska maapallon magneettikenttä ohjaa hiukkaset ilmakehään napojen lähellä, revontulia esiintyy pääasiassa lähellä magneettisia napoja.

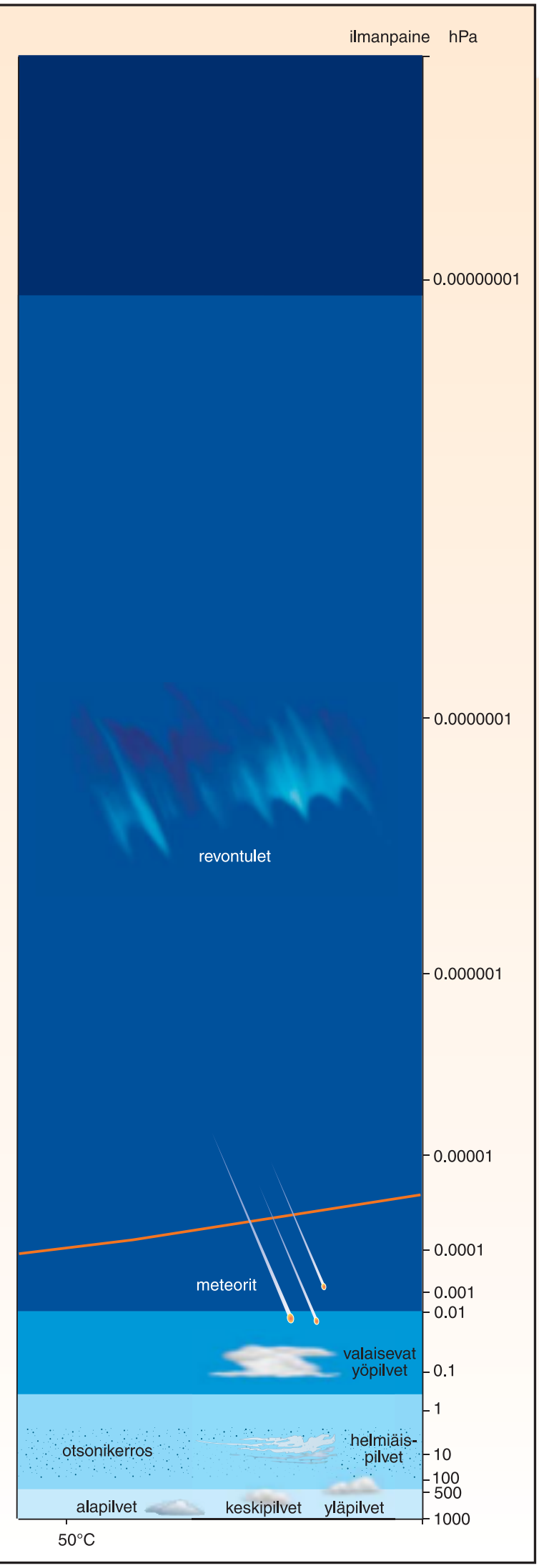
Ionosfäärissä vapautuvat elektronit heijastavat Auringosta tulevaa pitkäaaltoista radiosäteilyä. Samalla tavoin ionosfääri toimii heijastimena myös maapallon pinnalta lähetetyille radioaalloille.

Mesopaussi on termosfäärin ja mesosfäärin rajakohta.

Mesosfäärissä aine on hyvin harvaa ja ilmanpaine on alhainen. Lämpötila on pakkasen puolella, sillä tähän kerrokseen imeytyy vain vähän Auringon säteilyenergiaa. Avaruudesta saapuvat meteoroidit törmäävät täällä ilmakehään ja näemme ne hehkuvina tähdenlentoina eli meteoreina.

Stratopaussi on mesosfäärin ja stratosfäärin rajakohta.





Revontulivöitä yötaivaalla.

Stratosfäärin yläosassa ilmanpaine on noin 1/1 000 merenpinnan tason paineesta. Sen alaosassa pakkasta on noin 50 astetta, mutta noin 25 kilometrin korkeudessa lämpötila alkaa nousta ja stratopaussissa se on lähes sama kuin maan pinnalla. Stratosfäärissä on maapallon elämälle välttämätön otsonikerros, johon imeytyy pääosa Auringon ultraviolettisäteilystä. Juuri säteilyn imeytyminen otsonimolekyyleihin nostaa stratosfäärin lämpötilaa.

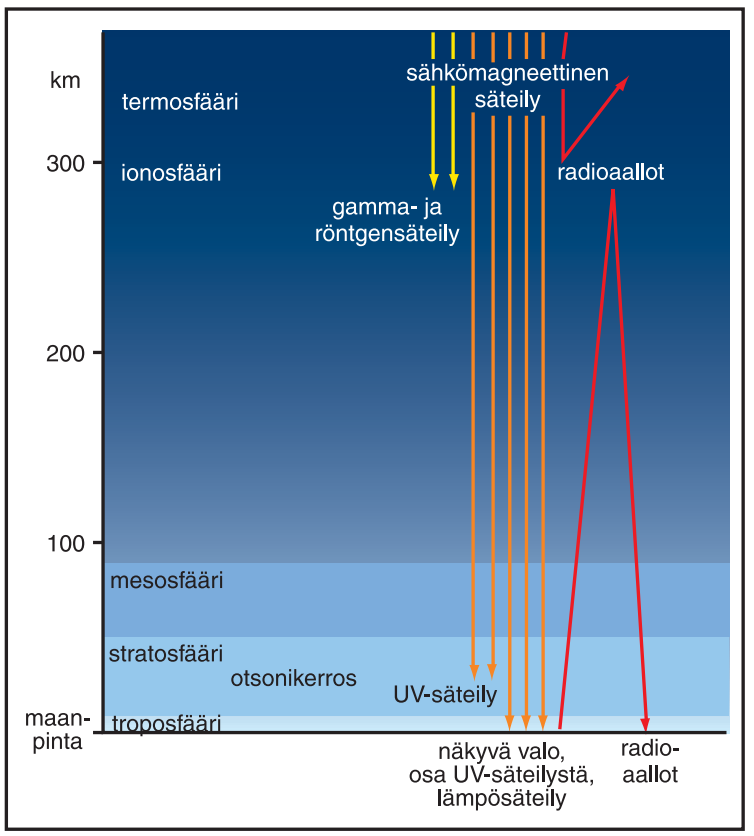
Tropopaussi on troposfäärin ja stratosfäärin rajakohta. Sen korkeus maan pinnasta vaihtelee vuodenajan ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Se on korkeammalla, kun ilma on lämmintä, ja matalammalla, kun ilma on kylmää.

Troposfääri on päiväntasaajalla paksuudeltaan noin 18 kilometriä ja navoilla noin 8 kilometriä. Lämpötila laskee tässä kerroksessa ylöspäin mentäessä 6,5 astetta kilometriä kohti. Myös ilmanpaine laskee voimakkaasti ylöspäin mentäessä. Troposfääri sisältää suurimman osan ilmakehän massasta ja lähes kaikki havaitsemamme sääilmiöt, esimerkiksi pilvet, esiintyvät juuri tässä alimmassa ilmakehän kerroksessa. Tämä kerros toimii elämälle tärkeiden kaasujen, kuten hapen, hiilidioksidin ja typen, varastona. Troposfäärissä tapahtuu monia elämän kannalta olennaisia ilmiöitä, kuten veden kiertokulku.

Ilmakehä vaikuttaa Auringosta saapuvaan säteilyyn

Ilmakehä on monin tavoin elämälle välttämätön. Troposfäärissä olevat kaasut eli vesihöyry, hiilidioksidi, metaani, otsoni, hiilivedyt ja typen oksidit päästävät lävitseen Auringon **lyhytaaltoisen** säteilyn, mutta estävät maanpinnalta heijastuvaa **pitkäaaltoista** lämpösäteilyä karkaamasta heti avaruuteen. Ne toimivat tällä tavalla **kasvihuonekaasuina** ja pitävät ilmakehän alaosan lämpötilan elämälle sopivana.

Auringosta tulevat lyhytaaltoiset ja elämälle haitalliset gamma- ja röntgensäteily imeytyvät eli **absorboituvat** termosfäärissä happi- ja typpimolekyyleihin. Happimolekyylit hajoavat happiatomeiksi ja yhtyvät herkästi muihin atomeihin ja molekyyleihin. Näin syntyy muun muassa kolmesta happiatomista koostuvaa otsonia (O_3). Sitä on runsaimmin stratosfäärissä 15–25 kilometrin korkeudella. Osa Auringosta tulevasta ultraviolettisäteilystä absorboituu otsonimolekyyleihin. Otsonimolekyylin hajotessa muodostuu happimolekyyli ja vapaita happiatomeja, jotka yhtyvät taas muihin molekyyleihin.



Ilmakehän kerrokset absorboivat Auringon haitallista säteilyä.

Osa ultraviolettisäteilystä tulee maanpinnalle. Evoluution myötä maaeliöt ovat sopeutuneet tähän pidempiaaltoiseen ja vähemmän haitalliseen ultraviolettisäteilyyn pintasolukoiden, kitiinikuoren, ihon pigmentin sekä karva- tai höyhenpeitteen avulla. Runsas ultraviolettisäteily haittaa kuitenkin kasvien yhteyttämistä sekä aiheuttaa ihosyöpää ja silmävaurioita.

Ihmisen toiminnan seurauksena ilmakehään on päässyt otsonia hajottavia CFC-yhdisteitä. Tämän takia otsonikerros on huomattavasti ohentunut erityisesti lähellä napa-alueita, ja ultraviolettisäteily on lisääntynyt maan pinnalla. Montrealissa vuonna 1987 teollisuusmaat sopivat CFC-yhdisteiden korvaamisesta muilla aineilla. Tämä on pysäyttänyt otsonikerroksen ohenemisen, mutta sen palautuminen ennalleen vienee aikaa.

Tiivistelmä

- Ilmakehä eli atmosfääri koostuu pääasiassa typestä, hapesta, erilaisista jalokaasuista ja hiilidioksidista sekä vesihöyrystä.
- Ilmakehän alaosa on tasalaatuista homosfääriä ja yläosa heterosfääriä, jossa eri kaasut muodostavat kerroksia.
- Lämpötilan mukaan ilmakehä voidaan jakaa troposfääriin, stratosfääriin, mesosfääriin ja termosfääriin. Kerrosten välisiä rajakohtia kutsutaan pausseiksi.
- Ilmakehän yläosan kerrokset suojaavat maapalloa Auringon haitalliselta säteilyltä.
- Ultraviolettisäteilyltä suojaava otsonikerros sijaitsee stratosfäärissä.

Pohdittavaa

1. Millaista maapallolla olisi ilman ilmakehää?
2. Miten voit suojautua haitalliselta ultraviolettisäteilyltä?
3. Miksi matkustajalentokoneet lentävät noin kymmenen kilometrin korkeudessa?

Tuulet

Auringon säteilyn epätasainen jakautuminen synnyttää tuulia ilmakehän alaosissa. Tuulet kuljettavat lämpöä, kosteutta, kasvien siitepölyä, ilmansaasteita tai vaikkapa kuumailmapalloa ja purjevenettä. Ihmiset ovat jo pitkään osanneet ottaa tuulen liike-energiaa käyttöön tuulimyllyillä. Ensin niiden avulla pumpattiin vettä ja jauhettiin viljaa, nykyisin niillä tuotetaan sähköä.

Ilmanpaine-erot synnyttävät tuulia

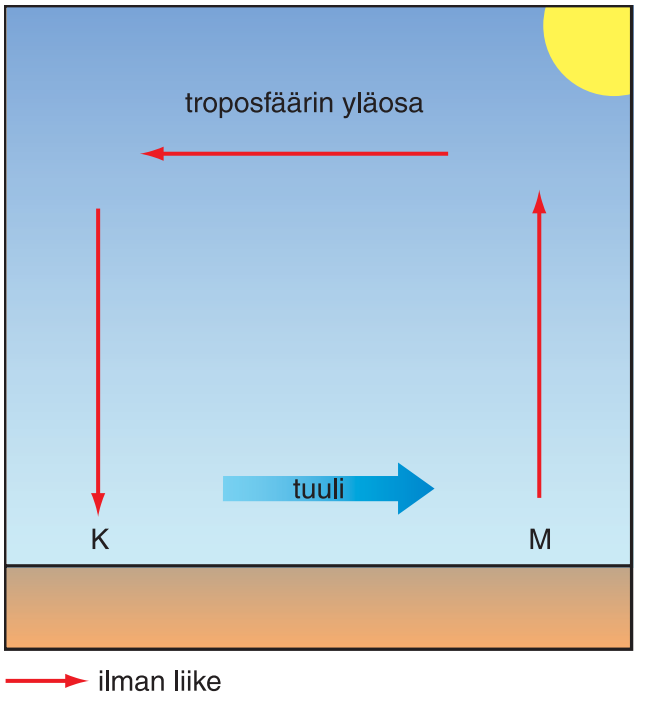
Ilmakehän paino aiheuttaa **ilmanpaineen** maanpintaa vasten. **Meteorologiassa** eli ilmakehää ja sääilmiöitä tutkivassa tieteessä on käytetty ilmanpaineen yksikkönä aikaisemmin millibaaria (mbar), mutta nykyisin ilmanpaine ilmaistaan hehtopascaleina (hPa). Merenpinnan tasolla normaali ilmanpaine on 1 013 hPa ja se pienenee maanpinnalta ylöspäin mentäessä. Kun Aurinko lämmittää maan pintaa, ilma lämpenee, sen tiheys pienenee ja se nousee ylöspäin. Tällöin ilmanpaine maanpinnalla pienenee eli maan pintaa vasten syntyy **matalapaine**. Ylös kohoava ilma jäähtyy, sen kohoaminen lakkaa, ja ilma kääntyy troposfäärin yläosassa sivuille, pois kohoavan ilman edestä. Jäähtynyt ilma on tiheää ja siksi se laskeutuu maanpinnalle, jolloin laskeutumisalueelle syntyy **korkeapaine**.

Ilmanpaine-erot pyrkivät maanpinnan lähellä tasoittumaan. Siksi ilma virtaa korkeapaineen

alueelta matalapaineen alueelle. Tällaista ilmavirtausta sanotaan **tuuleksi**. Tuuli nimetään sen mukaan, mistä päin se puhaltaa, ja sen voimakkuutta mitataan yleensä metreinä sekunnissa. Jos ilmanpaine-ero on suuri matala- ja korkeapaineen välillä, tuuli on voimakasta. Sääkartoissa suuri ero näkyy saman ilmanpaineen käyrien eli **isobaarien** tiheänä sijaintina lähellä toisiaan. Tyynellä alueella ilmanpaine-erot ovat pieniä ja isobaarit ovat kaukana toisistaan.

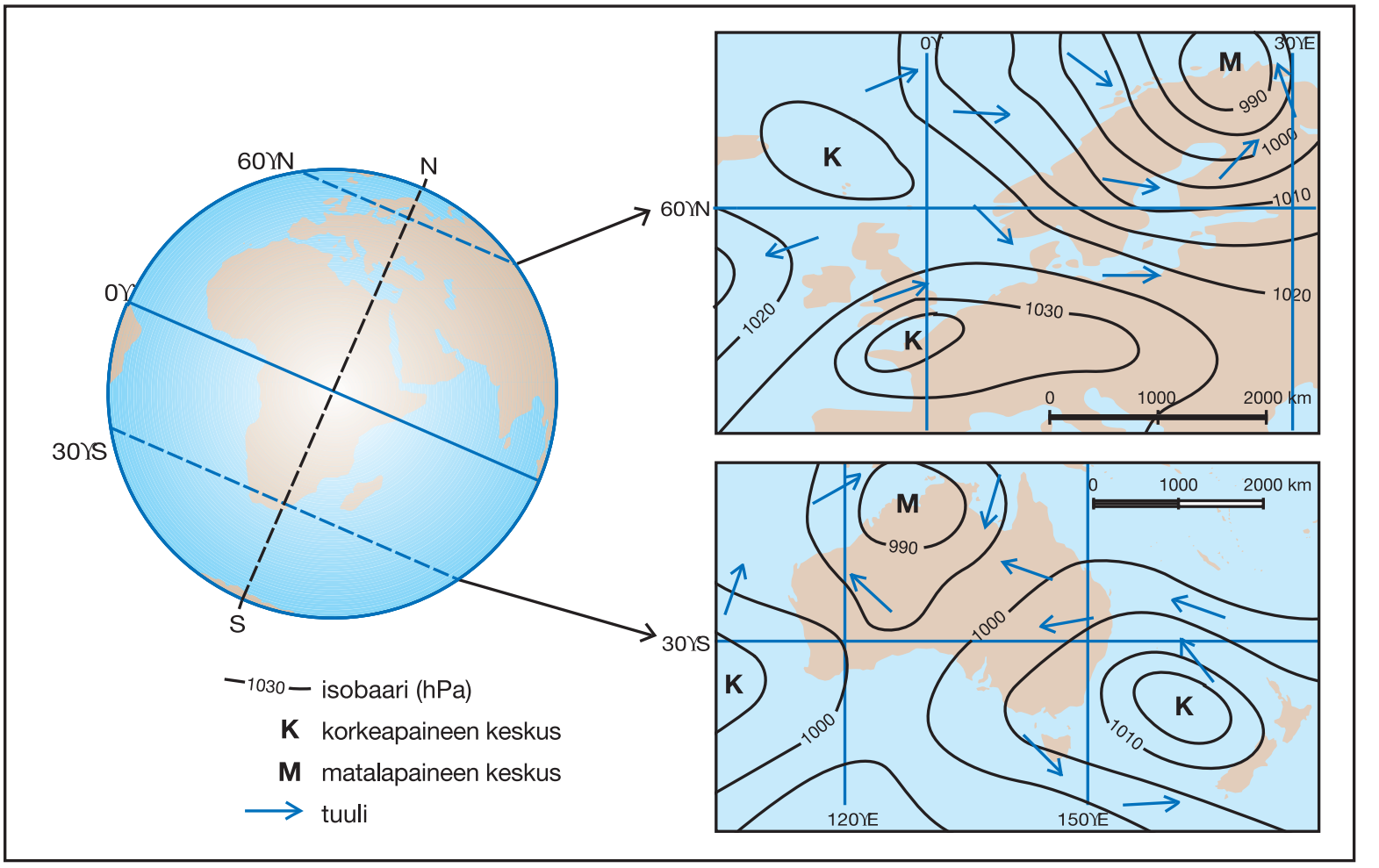
Tuulen suuntaan vaikuttavat ilmanpaine-erojen lisäksi maan pinnan aiheuttama kitka, Maan vetovoima ja maapallon pyörimisestä johtuva coriolisilmiö (s. 29–30). Coriolisilmiö kääntää tuulten suuntaa pohjoisella pallonpuoliskolla oikealle ja eteläisellä pallonpuoliskolla vasemmalle. Tästä syystä tuuli ei suuntaudu suoraan korkeapaineen keskuksesta matalapaineen keskukseen, vaan pohjoisella pallonpuoliskolla ilma kiertää korkeapaineen ympäri myötäpäivään ja matalapaineen ympäri vastapäivään. Eteläisellä pallonpuoliskolla kiertosuunnat ovat päinvastaiset.

Tuulen synty



Matalapaine muodostuu sinne, missä ilma kohoaa ylöspäin, ja korkeapaine sinne, missä ilma laskeutuu alaspäin. Tuuli puhaltaa korkeapaineesta matalapaineeseen.

Tuulen suunnat pohjoisella ja eteläisellä pallonpuoliskolla



Erilaiset ilmanpainealueet synnyttävät planetaarisia tuulia

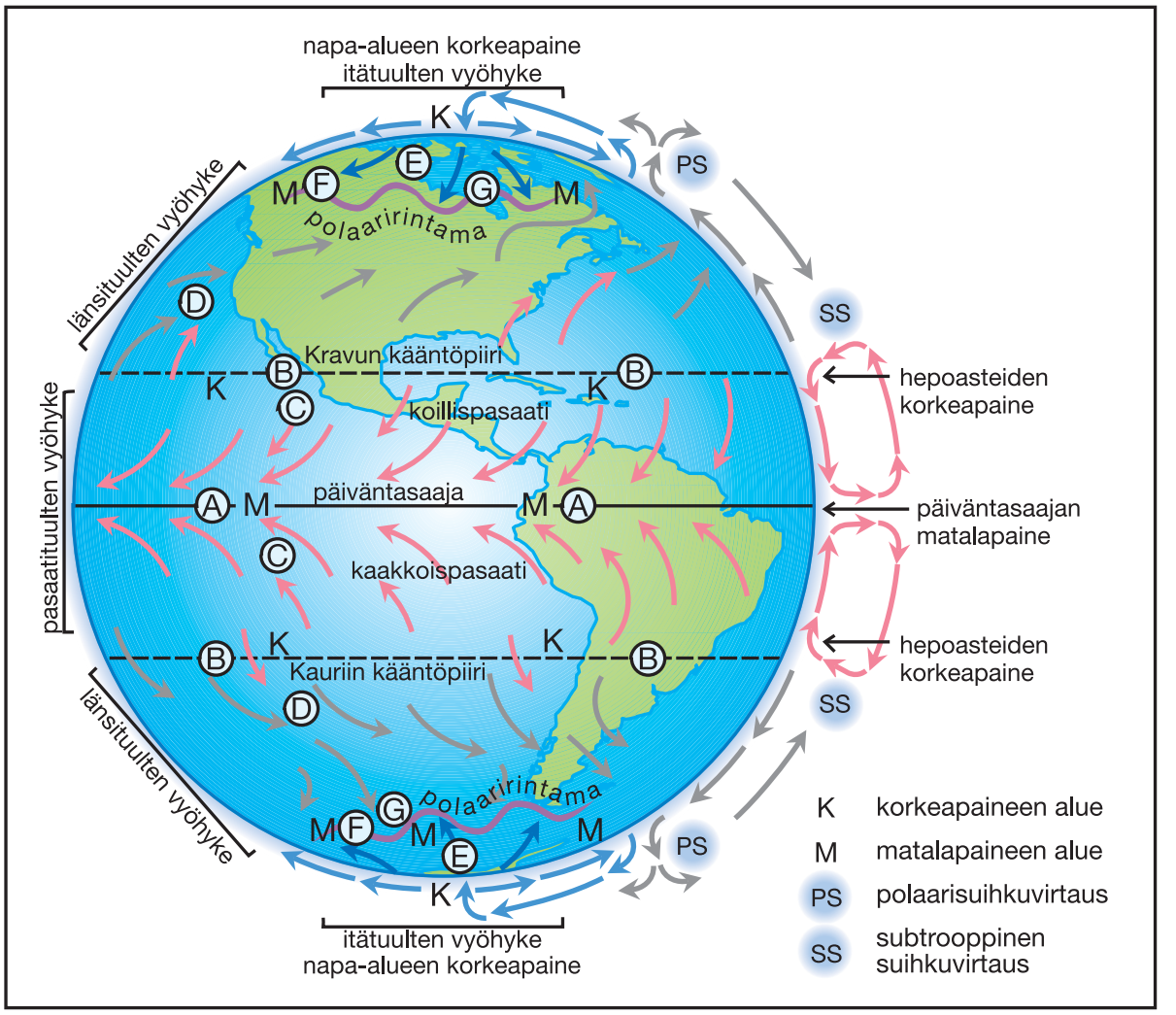
Eri alueet maapallolla saavat erilaiset määrät Auringon säteilyä. Tämä johtuu Maan pallomaisuudesta ja akselikulmasta suhteessa Aurinkoon. Päiväntasaajan alueelle auringonsäteily tulee lähes kohtisuoraan koko vuoden ajan. Tästä syystä tropiikin alue lämpenee muita alueita enemmän ja sinne syntyy pysyvä matalapaineen alue eli **päiväntasaajan matala** (kartassa kohdat A). Päiväntasaajalla ylös noussut ilma kääntyy troposfäärin yläosassa kohti napoja. Ilma laskeutuu jäähtyneenä alas noin 30. leveysasteiden tienoilla muodostaen **hepoasteiden korkeapaineen alueet** (kartassa B) sekä pohjoiselle että eteläiselle pallonpuoliskolle. Koska näillä alueilla ilmavirtauksen suunta on alaspäin kohti maanpintaa, tuuli on maanpinnalla heikkoa.

Näiden pysyvien korkeapaineiden ja matalapaineiden väliset ilmanpaine-erot pyrkivät maanpinnalla tasoittumaan ja tällöin syntyy pysyviä, samaan suuntaan puhaltavia **planetaarisia tuulia**. Hepoasteiden korkeapainealueilta päiväntasaajalle puhaltavat säännölliset **pasaatituulet** (kartassa C). Pohjoisella pallonpuoliskolla coriolisilmiö kääntää hepoasteiden korkeapaineesta tulevan tuulen **koillispasaatiksi** ja eteläisellä pallonpuoliskolla **kaakkoispasaatiksi**.

Hepoasteiden korkeapainealueilta tuulet suuntautuvat myös navoille päin. Coriolisilmiö kääntää nämä tuulet aluksi pohjoisella pallonpuoliskolla lounaistuuliksi ja eteläisellä luoteistuuliksi, mutta lähempänä napa-alueita ne puhaltavat molemmilla pallonpuoliskoilla **länsituulina**. Yksinkertaistettuna hepoasteilta navoille päin suuntautuvien tuulten alueita kutsutaan länsituulten vyöhykkeiksi (kartassa D).

Napa-alueilla (kohdat E), jonne auringonsäteily tulee vinosti, kylmä ilma painuu kohti maan pintaa. Sinne muodostuvat pysyvät **napa-alueiden korkeapainealueet**. Napa-alueilta puhaltavat tuulet kääntyvät voimakkaan coriolisilmiön vuoksi **itätuuliksi** (kartassa F).

Ilmanpainealueet ja planetaariset tuulivyöhykkeet



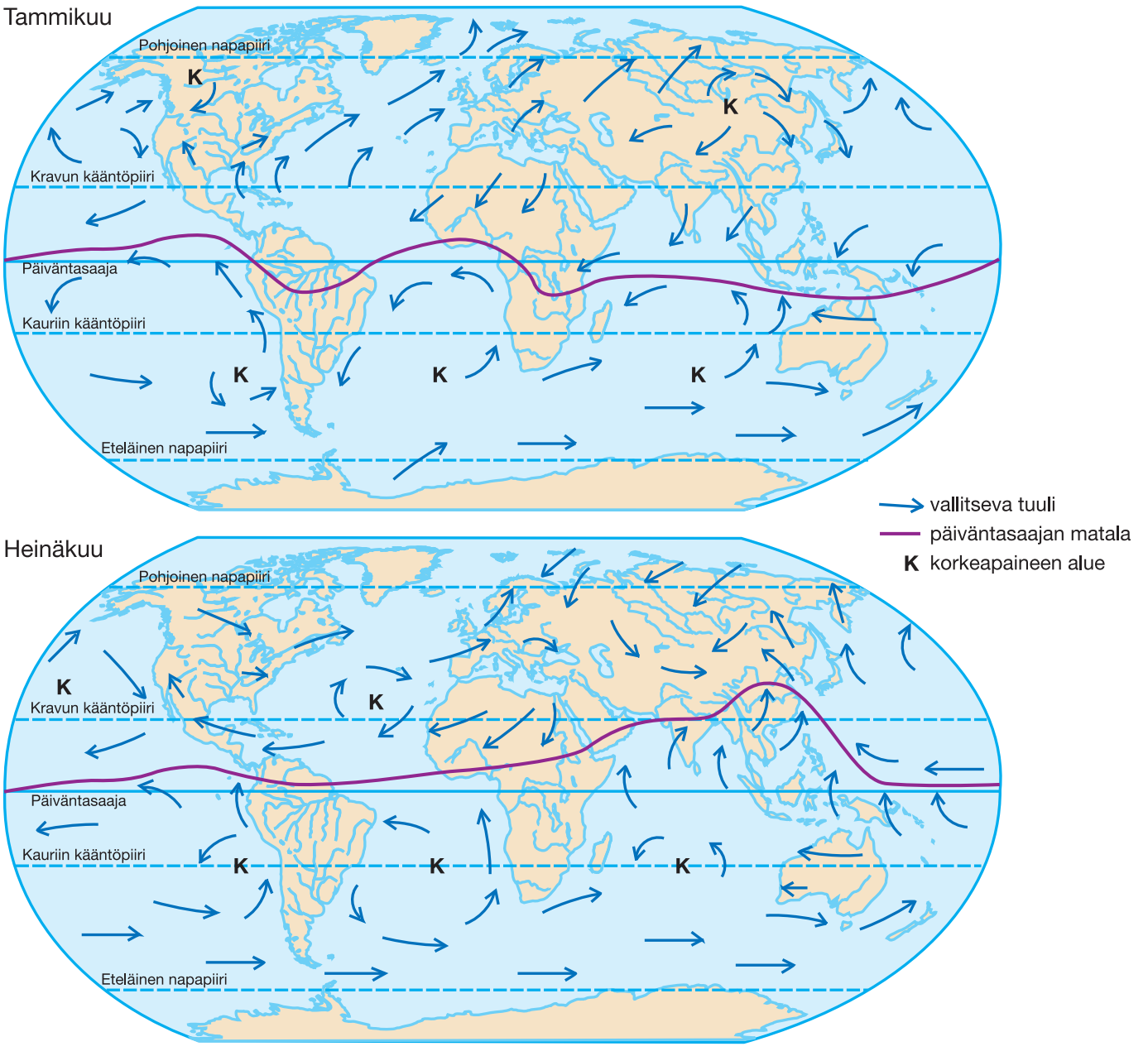
Kartassa ovat maapallon ilmanpainealueet ja planetaariset tuulivyöhykkeet, kuvan oikeassa reunassa ilman kierto troposfäärissä ja suihkuvirtaukset. Kuvassa on esitetty tasauspäivien tilanne.

Napa- eli polaarialueilta tuleva kylmä ilma kohtaa hepoasteiden korkeapainealueilta lähtöisin olevan länsituulten kuljettaman lämpimän ilman. Tätä kahden erilaisen ilmamassan kohtaamispaikkaa kutsutaan **polaaririntamaksi** (s. 41 kartassa G).

Troposfäärin yläosassa, 10–15 kilometrin korkeudessa, esiintyy ilmamassojen kohtaamisalueilla **suihkuvirtauksia**, jotka ovat voimakkaita (55–110 m/s), lännestä itään kulkevia ilmavirtauksia. Polaaririntaman alueella esiintyvän polaarisuihkuvirtauksen nopeasti virtaava ilma saa napa-alueilta ja keskileveyksiltä tulevat ilmamassat aaltoilemaan ja muodostamaan matala- ja korkeapaineita, joiden vaihtelu vaikuttaa esimerkiksi pohjoisen Euroopan säätiloihin. Euroopassa polaarisuihkuvirtauksen sijainti voi vaihdella Välimeren alueelta Huippuvuorille.

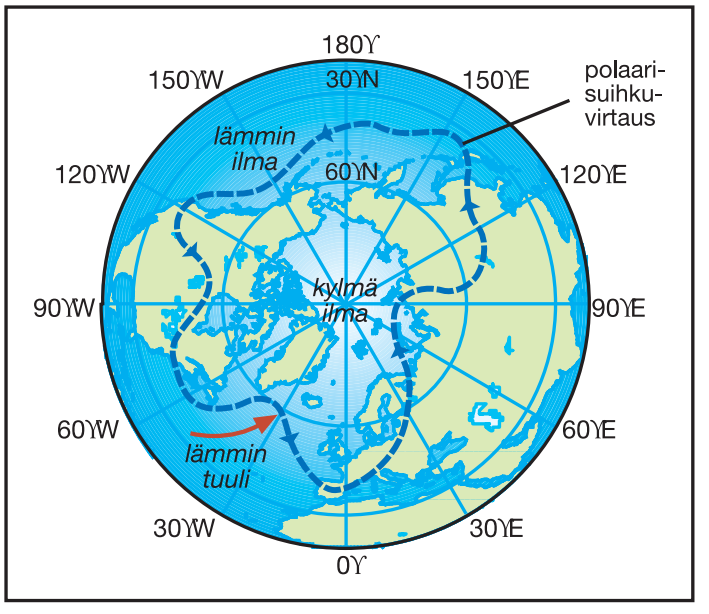
Ilmamassojen kohtaamisesta johtuvia voimakkaita ilmavirtauksia on troposfäärin yläosassa useita. Hepoasteiden korkeapaineiden yläpuolella ovat läntiset subtrooppiset suihkuvirtaukset ja noin 60° leveyspiirien kohdalla esiintyvät talvisin arktinen ja antarktinen länsivirtaus. Lisäksi tropiikissa päiväntasaajan pohjoispuolella, Aasian ja Afrikan alueilla, esiintyy kesäisin itäinen suihkuvirtaus. Lentokoneet hyödyntävät usein näitä suihkuvirtauksia.

Ilmanpainealueet ja planetaariset tuulet



Päiväntasaajan matala on tammikuussa pääosin eteläisellä pallonpuoliskolla ja heinäkuussa pohjoisella pallonpuoliskolla. Hepoasteiden korkeapaineen alueet siirtyvät päiväntasaajan matalan mukana samaan suuntaan. Myös mantereiden sijainti vaikuttaa: matalapaine muodostuu kesällä herkemmin mantereiden kohdalle, koska ne lämpenevät nopeammin kuin merialueet. Tämä selittää myös Etelä- ja Kaakkois-Aasian monsuunituulet.

Esimerkki polaarisen suihkuvirtauksen kulusta pohjoisella pallonpuoliskolla



Auringon zeniittiaseman kohdalle syntyy voimakkaan lämpenemisen vuoksi matalapaineen alue. Koska Auringon zeniittiasema vaihtelee eri vuodenaikoina pohjois-eteläsuunnassa, matala- ja korkeapainealueiden sijainnit maapallolla muuttuvat sen mukaisesti. Esimerkiksi Euroopassa Välimeren alueella vaikuttaa kesäisin korkeapaineen alue, mutta talvisin alueelle yltää polaaririntaman matalapaine. Myös mantereiden ja merien epätasainen jakautuminen maapallolla sekä merien ja mantereiden erilainen lämpeneminen vaikuttavat ilmanpainealueiden sijaintiin ja tuulten suuntiin eri vuodenaikoina.

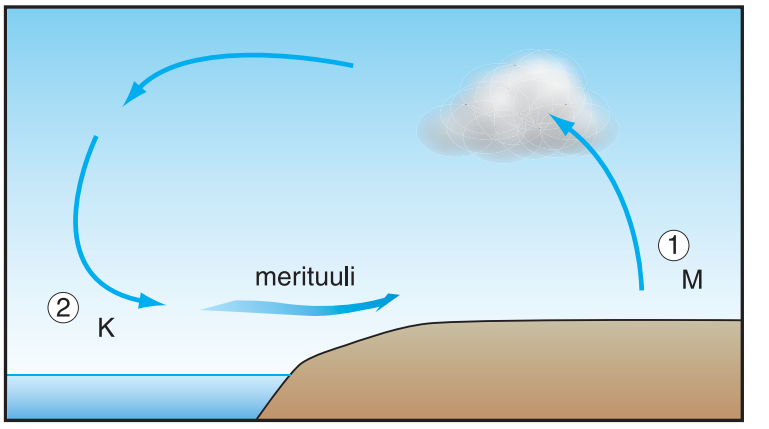
Monsuunituulet ovat alueellisia vuodenaikaistuulia

Maapallolla esiintyy planetaaristen tuulten lisäksi **alueellisia tuulia**, joiden suunnat vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Tällaisia tuulia ovat **monsuunituulet**, jotka johtuvat mantereen ja meren erilaisesta lämpenemisestä. Pohjoisen pallonpuoliskon talvella, kun Auringon zeniittiasema on eteläisellä pallonpuoliskolla, laajat manneralueet esimerkiksi Aasiassa jäähtyvät nopeasti. Tällöin mantereen ylle syntyy voimakas korkeapaineen alue. Koska ympäröivät meret jäähtyvät hitaammin, niiden yllä on matalapaineen alue. **Talvimonsuunituulet** puhaltavat tällöin mantereelta merelle päin. Mantereelta puhaltava tuuli on kuivaa.

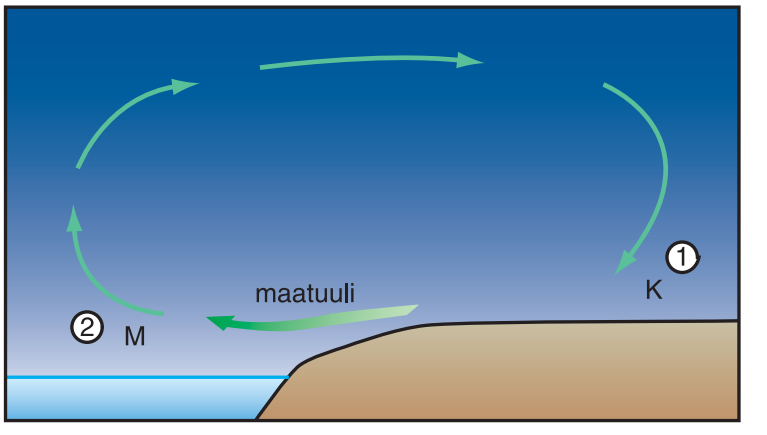
Kesäisin taas manneralue lämpenee voimakkaasti ja sinne muodostuu matalapaine. Tyynellemerelle ja Intian valtamerelle muodostuu korkeapaineen alue, jolloin paljon kosteutta sisältävä, meren yllä oleva ilma pyrkii tasoittamaan ilmanpaine-eroja ja tuuli alkaa puhaltaa mereltä mantereelle päin. Kun mereltä tuleva, kostea ilma kohtaa mantereen, se joutuu nousemaan ylöspäin ja sen sisältämä kosteus sataa alas runsaina **kesämonsuunisateina**. Aasian lisäksi monsuuni-ilmiötä esiintyy Afrikassa Guineanlahden rannikolla sekä Meksikonlahden ympäristössä ja Australian pohjoisosissa.

Paikallistuulet ovat suunnaltaan vaihtelevia tuulia

Paikallistuulet ovat pienialaisia ja vaihtavat suuntaansa yleensä vuorokaudenaikoja noudattaen. Merien ja suurten järvien rannikoilla esiintyy **maa- ja merituulia**. Päivän aikana Auringon



Päivällä ilma kohoaa ylös (1) ja maalle syntyy matalapaine. Jäähtynyt ilma painuu merellä alas (2) ja syntyy korkeapaine.

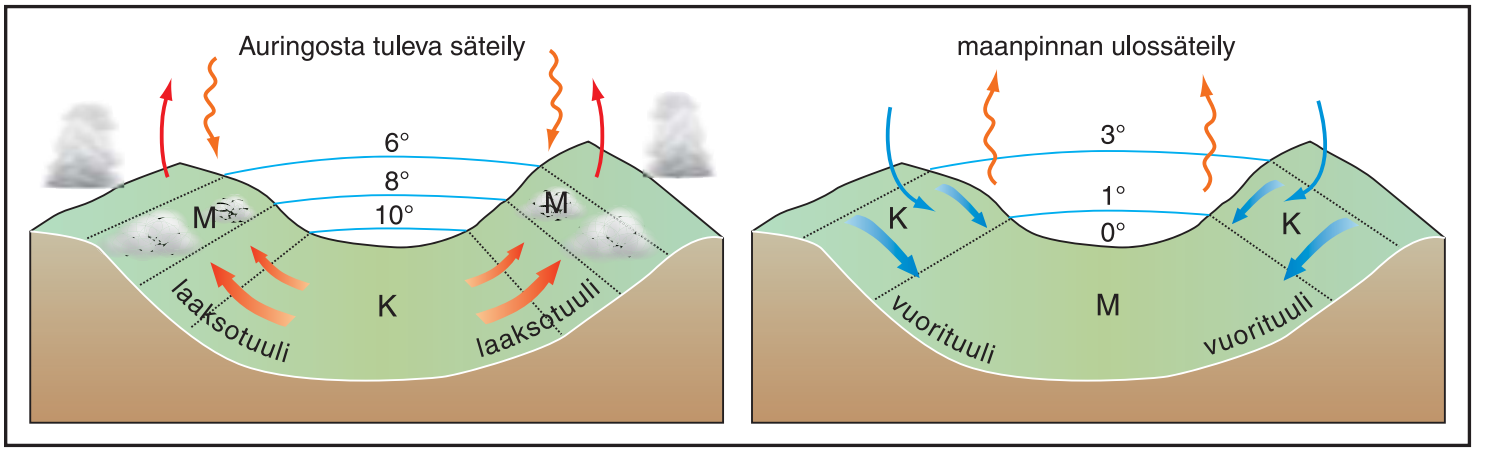


Yöllä maa jäähtyy nopeammin kuin meri. Jäähtynyt ilma laskeutuu alas (1) ja maalle syntyy korkeapaine. Merellä lämmin ilma kohoaa (2) ja syntyy matalapaine.

säteily lämmittää maa-aluetta, jolloin sinne syntyy matalapaine ja tuulee mereltä maalle. Illalla ja yöllä maa jäähtyy vesialuetta nopeammin, jolloin tuuli kääntyy maalta merelle. Maatuuli on kuitenkin yöaikaan melko heikkoa.

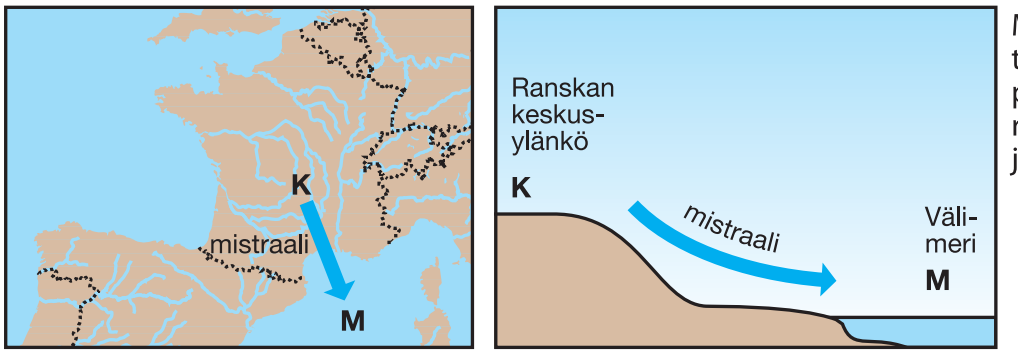
Vuoristoalueilla esiintyy usein **laakso- ja vuorituulia**. Päivän aikana auringonpuoleinen rinne lämpenee ja rinteen yläosaan kehittyy matalapaine. Laaksotuuli suuntautuu silloin laaksosta ylös rinnettä kohti. Yöllä taas ylärinne jäähtyy ulossäteilyn vuoksi, jolloin painava ilma valuu kylmänä vuorituulena alas laaksoon.

Laakso- ja vuorituuli



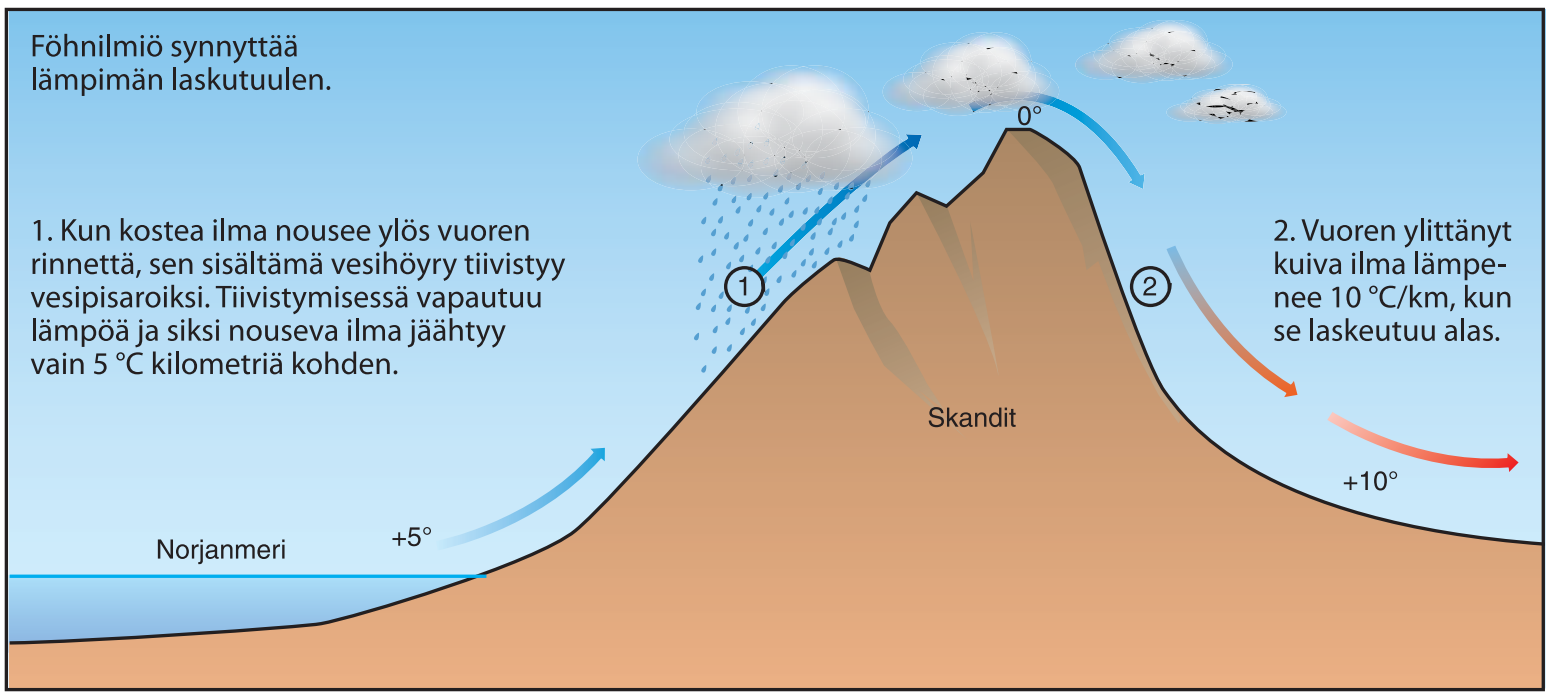
Laaksotuuli puhaltaa päivällä vuoren rinnettä ylöspäin. Yöllä kylmä ilma valuu vuorituulena alas laaksoon.

Kylmä laskutuuli



Mistraali on kylmä pohjoinen tai luoteinen laskutuuli, joka puhaltaa Etelä-Ranskan rannikolle syksyisin ja keväisin.

Lämmin laskutuuli



Paikallistuulia

	Nimi	Esiintymisalue
Kylmiä laskutuulia	mistraali	Rhônen laakso
	bora	Balkanin niemimaa
	pampero	Andit
Lämpimiä laskutuulia	föhn	Alpit, Skandit
	chinook	Kalliovuoret
Aavikoiden paikallistuulia	harmattan	Luoteis-Afrikka
	sirocco	Pohjois-Afrikka

Vuoristoissa esiintyvät kylmät ja lämpimät laskutuulet ovat myös paikallistuulia. **Kylmä laskutuuli** syntyy, kun voimakkaan ulossäteilyn vuoksi ylängöllä ilma jäähtyy ja alkaa painavampana vajota laaksoon päin. Tilanne voi kestää useita päiviä.

Lämmin laskutuuli eli föhnilmiö muodostuu silloin, kun kostea ilma on vuoristoa ylittäessään kuivunut ja kuiva ilma lämpenee virratessaan alas vuoren suojanpuoleista rinnettä.

Myrskytuulet ovat lyhytaikaisia tuulia

Myrskytuulia esiintyy monilla alueilla. Voimakkaimpia ja laajimpia ovat **trooppiset pyörremyrskyt**, joita esiintyy päiväntasaajan molemmin puolin lämpimillä merialueilla. Kostea, lämmin ilma nousee ylöspäin ja coriolisilmiö saa sen pyörimään voimakkaasti. Kun ilma nousee ylöspäin, se jäähtyy ja ilmassa oleva kosteus tiivistyy sateiksi. Tiivistymisessä vapautuva lämpö toimii pyörremyrskyn energiana. Pyörremyrskyt liikkuvat vallitsevien tuulten mukana idästä länteen ja alkavat menettää energiaansa siirtyessään mereltä mantereelle. Amerikassa trooppisia pyörremyrskyjä kutsutaan **hurrikaaneiksi** ja Aasiassa **taifuuneiksi**. Intian valtamerellä trooppisia pyörremyrskyjä kutsutaan yleisnimellä **trooppiset syklonit**.

Tornadot ovat pilven ja maa- tai vesialustan välille syntyviä voimakkaita tuulenpyörteitä, jotka voivat aiheuttaa suurta tuhoa. Tornadot ovat yleisiä varsinkin Yhdysvaltojen keskiosassa. **Trombit** ovat pienialaisia ja lyhytaikaisia, pyörteisiä myrskytuulia, joita esiintyy Suomessakin kesäukkosten yhteydessä. Kesällä nähtävät pienet tuulipyörteet, jotka nostavat esimerkiksi pieniä roskia ilmaan, syntyvät periaatteessa samalla tavalla.

Tiivistelmä

- Tuuli syntyy ilmanpaine-eroista ja suuntautuu korkeapaineesta matalapaineeseen. Tuulen suuntaan vaikuttavat myös coriolisilmiö, kitka ja Maan vetovoima.
- Päiväntasaajan alueella on pysyvä matalapaineen alue ja navoilla pysyvät korkeapaineen alueet.
- Hepoasteiden korkeapaineen alueilta pasaatituulet suuntautuvat päiväntasaajalle päin ja länsituulet navoille päin.
- Polaaririntamassa hepoasteilta tulevat länsituulet kohtaavat navoilta puhaltavat itätuulet.
- Suihkuvirtaukset esiintyvät troposfäärin yläosassa ja vaikuttavat polaaririntaman matala- ja korkeapaineiden syntyyn.
- Monsuunituulet ovat alueellisia, vuodenajoista johtuvia tuulia.
- Paikallistuulet ovat pienialaisia ja lyhytkestoisia tuulia.
- Trooppiset pyörremyrskyt, tornadot ja trombit ovat pyörteisiä tuulia.

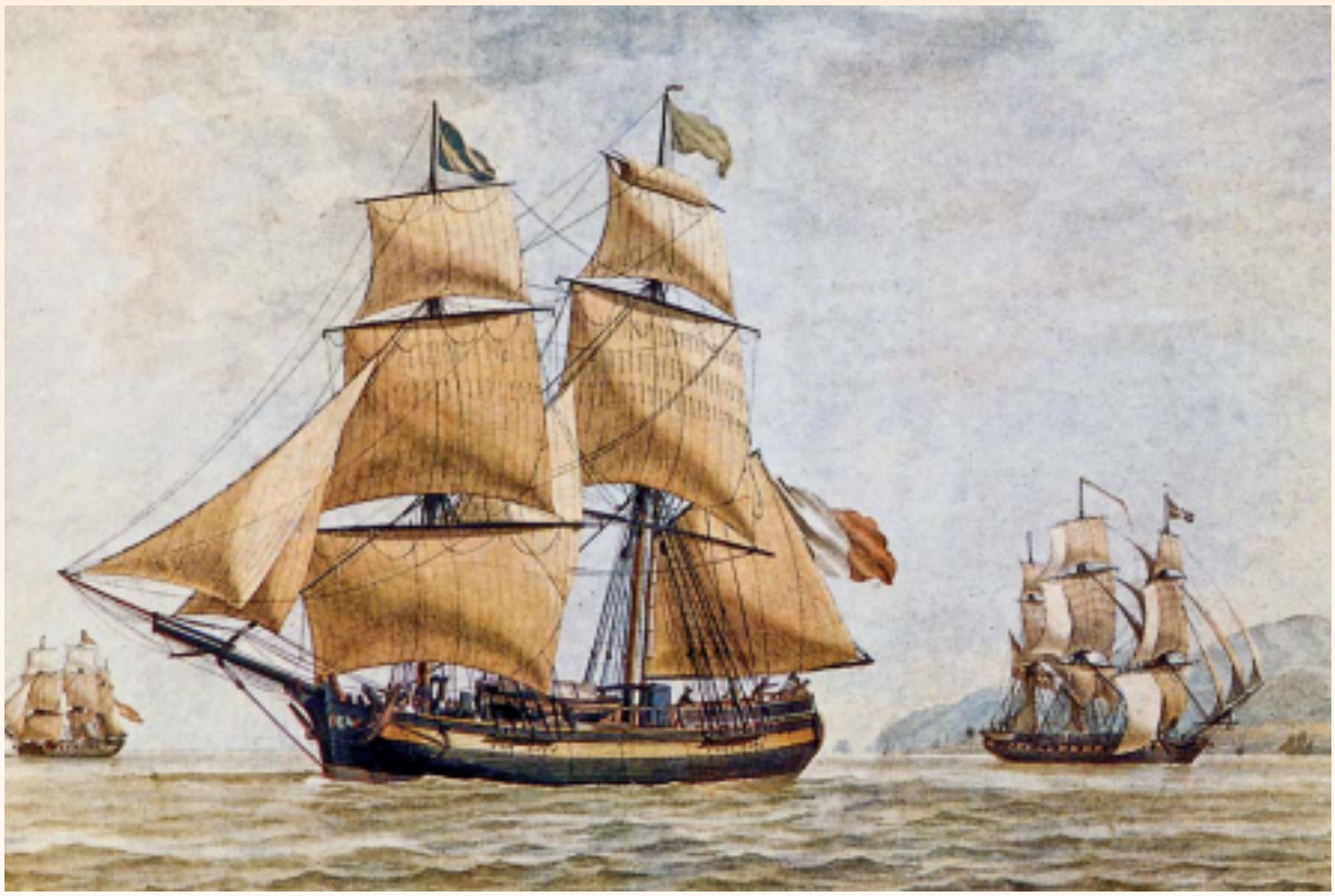
Pohdittavaa

1. Milloin ja mistä tuuli puhaltaa kylmästi? Entä lämpimästi?
2. Miten ihminen hyödyntää tuulia?

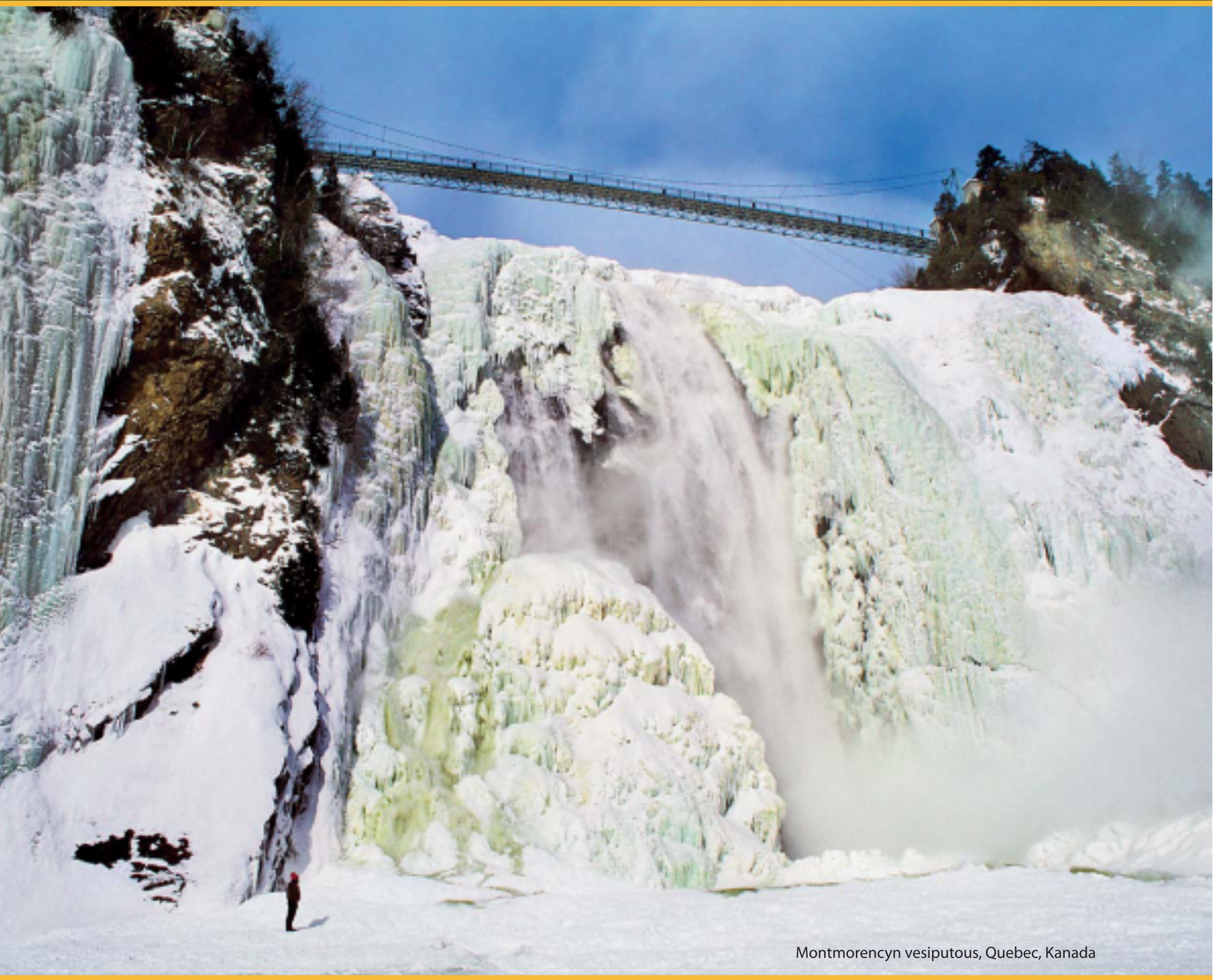
Tuulten vaikutus purjehdukseen

Pasaatituulten englanninkielinen nimitys “trade winds” on peräisin siirtomaa-ajalta, jolloin säännöllisellä tuulella oli suuri merkitys purjelaivojen kulkuun ja sitä kautta kauppaan. Sen sijaan tyynet alueet aiheuttivat merenkulkijoille ongelmia. Päiväntasaajan matalan kapea tyyni alue sai laivat pysähtymään tyveneen lyhyeksi ajaksi, mutta ongelmallisimpia olivat hepoasteiden korkeapaineen alueet. Varsinkin Amerikkaan siirtomaa-aikoina lastia vieneet eurooppalaiset purjelaivat saattoivat joutua odottelemaan suotuisia tuulia pitkiäkin aikoja, jos joutuivat korkeapainealueeseen. Tällöin ruoka- ja juomavesivarastot alkoivat käydä vähiin ja mukana olleet hevoset kuolivat nälkään, helteeseen ja janoon. Vesi- ja ruokavarastojen säästämiseksi ja painon vähentämiseksi jouduttiin eläimiä myös lopettamaan. Näistä meressä ajelehtivista hevosen raadoista alueet saivat nimensä (horse latitudes).

Sen sijaan Kap Horn Etelä-Amerikan eteläkärjessä on tullut tunnetuksi myrskyisyydestään. Varsinkin idästä länteen Kap Hornin kiertäminen purjelaivalla on ollut vaarallinen kokemus. Myrskyisä vastatuuli, kylmyys ja korkea aallokko sekä sumu ja jäävuoret ovat aiheuttaneet monen laivan haaksirikon ja merimiesten kuoleman. Paikasta on tullut legendaarinen ja se houkuttelee haasteellisuudellaan yhä purjehtijoita ja turisteja.



4 Vesikehä



Montmorencyn vesiputous, Quebec, Kanada

Veden kiertokulku

Oppland, Norja

Vesikehä eli hydrosfääri muodostuu meristä sekä mantereiden ja ilmakehän vedestä. Vesi liikkuu ja muuttaa muotoaan koko ajan. Sama vesi on kiertänyt maapallolla yli neljä miljardia vuotta. Tänään juomasi vesi on saattanut virkistää miljoonia vuosia sitten jotakin alkueliötä tai dinosaurusta ja muutama sata vuotta sitten elänyttä merkkihenkilöä. Ilman tätä kiertokulkua nykyisen kaltainen elämä ei olisi mahdollista. Elämän ylläpitämisen lisäksi veden liike paikasta toiseen tasoittaa maapallon lämpötilaeroja ja muuttaa maanpinnan muotoja.

Veden kiertokulku saa energiansa Auringosta ja painovoimasta

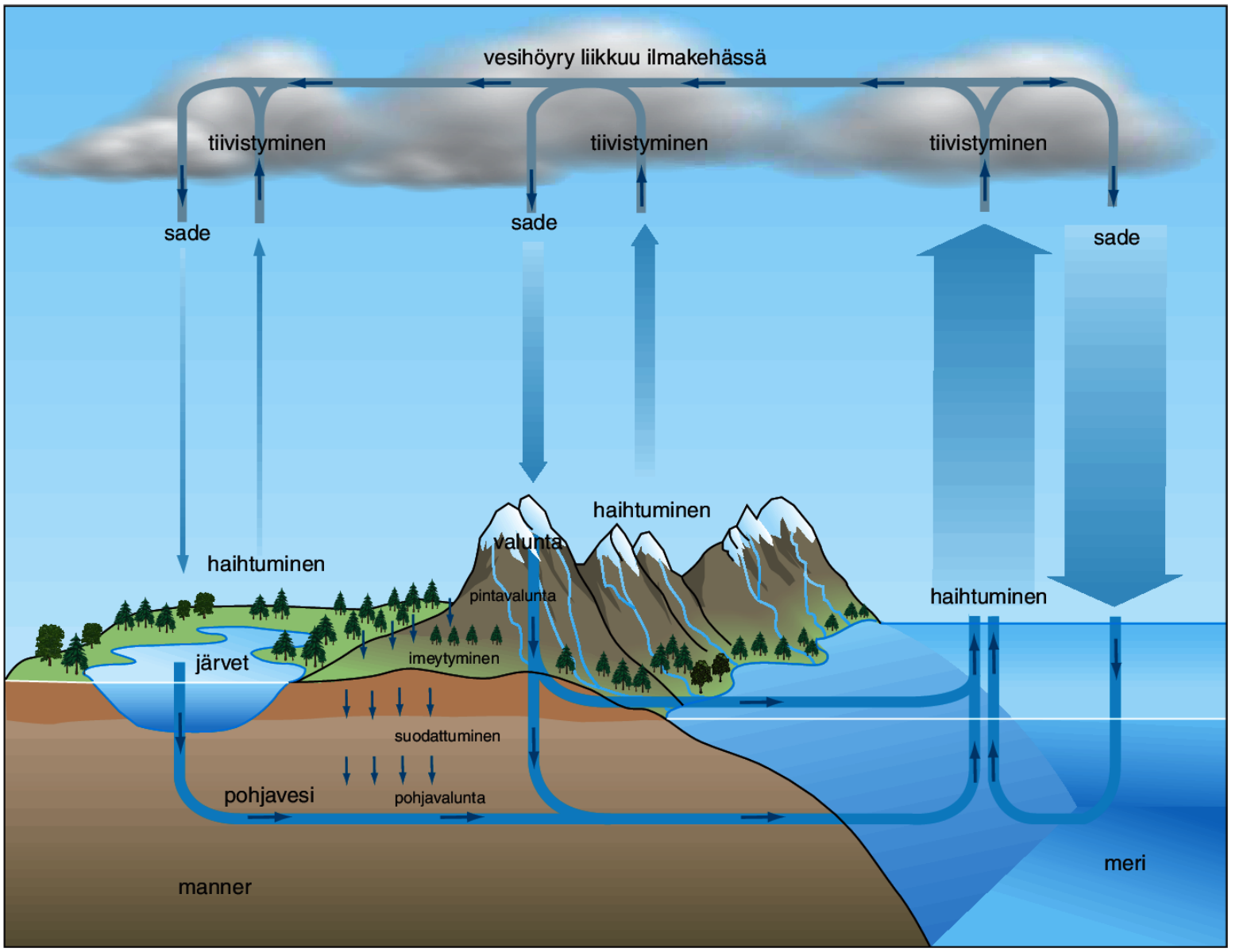
Vesi esiintyy maapallolla kaikissa kolmessa olomuodossaan: nestemäisenä vetenä, kiinteänä jäänä ja kaasumaisena vesihöyrynä. Veden kiertokulku eli **hydrologinen kierto** kuvaa veden olomuodon muutoksia ja veden jatkuvaa liikettä merien, mantereiden ja ilmakehän välillä. Auringon lämpöenergia ja Maan painovoima saavat aikaan veden kiertokulun.

Sama vesi kiertää luonnossa

Vaikka sama vesi on kiertänyt maapallolla yli neljä miljardia vuotta, se on säilynyt puhtaana, koska vesi puhdistuu luonnollisen kiertokulkunsa eri vaiheissa. Kiertokulun vaiheita ovat haihtuminen, vesihöyryn kulkeutuminen ilmakehässä, tiivistyminen, sade ja valunta.

Lämpö saa veden haihtumaan. Ylivoimaisesti suurin osa haihtumiseen tarvittavasta energiasta on peräisin Auringosta. Geoterminen eli Maan sisäinen lämpö aiheuttaa haihtumista lähinnä vulkaanisilla eli tuliperäisillä alueilla. Valtaosa vesihöyrystä haihtuu meristä. Miltei yhtä suuri osa kaikesta sateesta tapahtuu merialueilla, sillä merestä haihtunut vesihöyry tiivistyy nopeasti takaisin vedeksi. Koska haihdunta meristä on kuitenkin suurempaa kuin sinne sataneen veden määrä, vesihöyryä siirtyy ilmavirtausten mukana myös mantereille. Mantereiden sademäärät ovat suurempia kuin sieltä haihtuvan veden määrät, joten sadevettä valuu takaisin kohti merta. Osa maahan sataneesta vedestä virtaa pintavaluntana ojia, puroja ja jokia pitkin. Osa sadevedestä imeytyy maaperään, vajoaa syvemmälle ja suodattuu puhdistuen pohjavedeksi. Muodostunut pohjavesi virtaa pohjavaluntana kohti merta, josta vesi taas haihtuu ilmakehään ja veden kiertokulku jatkuu.

Veden kiertokulku



Veden kiertokulun vaiheita ovat haihtuminen, vesihöyryn siirtyminen ilmakehässä, tiivistyminen, sade ja valunta. Valuntaan kuuluvat pintavalunta, imeytyminen, suodattuminen ja pohjavalunta.

Meret ja jäätiköt ovat suurimmat vesivarastot

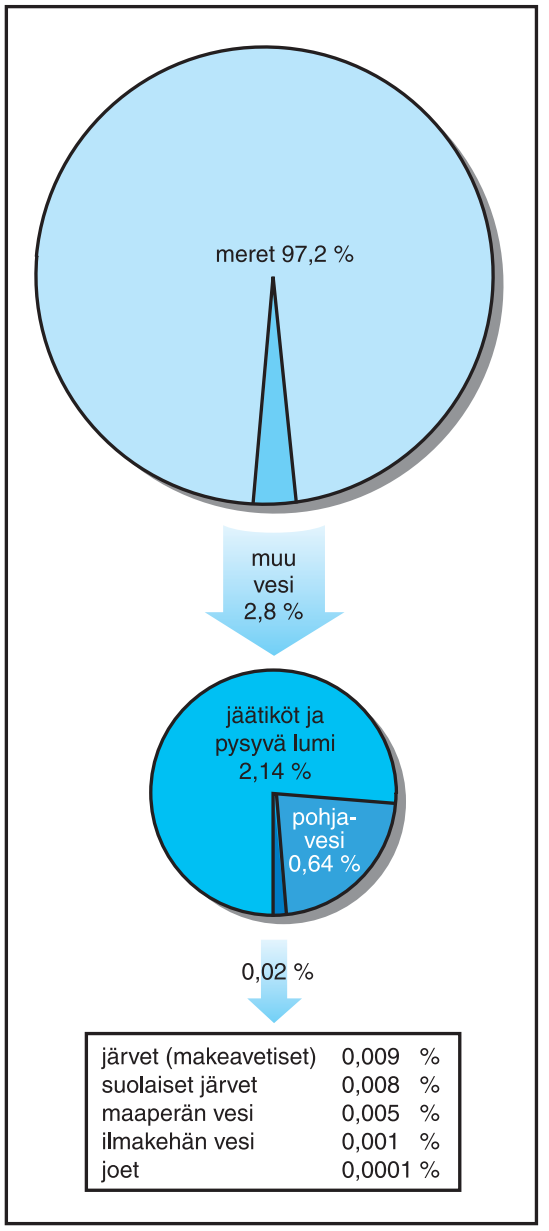
Maapallon vesikehä eli **hydrosfääri** koostuu suurimmaksi osaksi suolaisesta merivedestä. Makeaa eli suolatonta vettä on mantereiden vesivarastoissa ja ilmakehässä, jotka sisältävät vain alle kolme prosenttia maapallon vesistä. Suurin osa mantereiden vesistä on jäätiköissä ja pysyvänä lumena – Etelämantereella, Grönlannissa ja korkeilla vuorenhuipuilla. Seuraavaksi eniten vettä on pohjavetenä. Vain erittäin pieni osa vedestä on helposti hyödynnettävää järvien ja jokien pintavettä.

Ilmakehässä on vähän vettä. Jos kaikki ilmakehän sisältämä vesi sataisi alas yhdellä kertaa, se muodostaisi maanpinnalle vain kahden ja puolen senttimetrin paksuisen vesikerroksen. Ilmakehä kuitenkin kuljettaa vettä tehokkaasti: vesi vaihtuu siellä keskimäärin runsaassa viikossa. Kaikki veden kiertokulkuun osallistuva vesi kiertää jossakin vaiheessa ilmakehän kautta.

Pohjavesi ja jäätiköt ovat suurimmat makean veden varastot, mutta veden vaihtuminen niissä on hidasta. Esimerkiksi pohjavesissä vesi voi viipyä jopa tuhansia vuosia.

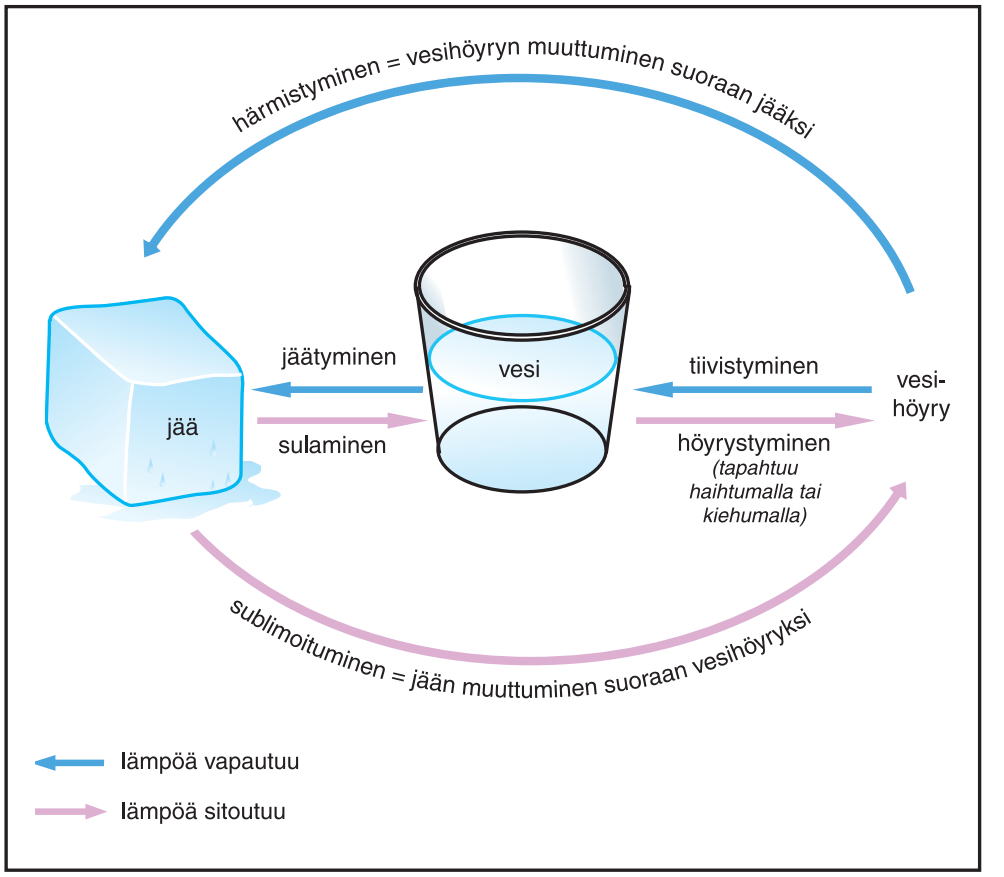
Maaperän pintaosiin varastoitunutta vettä kutsutaan **maaperän vedeksi** eli **maavedeksi**. Siinä vesi on kiinnittynyt maa-ainesten hiukkasiin. Vettä on kuitenkin niin vähän, että maaperän huokosissa on myös ilmaa. Kun vesi vajoaa syvemmälle ja kaikki maaperän huokoset täyttyvät, muodostuu **pohjavettä**.

Maapallon vesivarastot



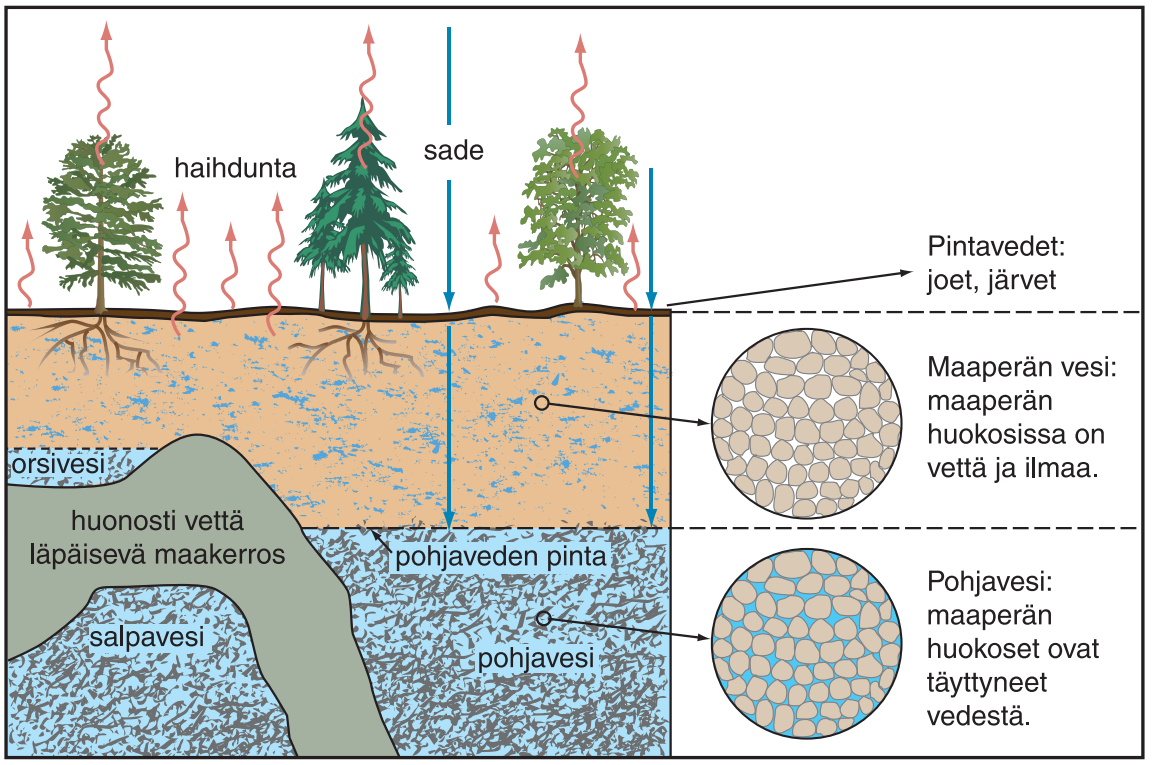
järvet (makeavetiset)	0,009 %
suolaiset järvet	0,008 %
maaperän vesi	0,005 %
ilmakehän vesi	0,001 %
joet	0,0001 %

Veden olomuodon muutokset



Nuolet esittävät olomuotojen väliset muutokset ja lämmön sitoutumisen tai vapautumisen. Esimerkiksi haihtumisessa sitoutuu lämpöä vesihöyryyn ja vesihöyryn tiivistyessä sitä vapautuu. Veden olomuodon muutoksilla on suuri vaikutus maapallon lämpöoloihin, koska haihtuminen ja tiivistyminen tapahtuvat usein eri alueilla.

Maaperän vesi ja pohjavesi



Suurin osa Suomen pohjavesistä on varsinaista vapaata pohjavettä. Orsivettä muodostuu tiiviin, huonosti pohjavettä läpäisevän maakerroksen päälle, kun taas salpavesi jää tiiviin maakerroksen alapuolelle. Jos tiivis kerros puhkaistaan, salpavettä voi nousta maanpinnalle omalla paineellaan.

Makea vesi on ihmisen elinehto

Ihminen on itsekin suurimmaksi osaksi vettä ja menehtyy veden puutteeseen jo muutamassa päivässä. Elintoimintoihinsa ihminen tarvitsee 1–4 litraa puhdasta vettä päivässä ilmastosta riippuen. Päivittäinen tarve on kuitenkin suurempi, sillä vettä tarvitaan myös peseytymiseen. Pysyäkseen elossa ja terveenä jokaisella tulisi olla käytössään puhdasta vettä vähintään 15–20 litraa vuorokaudessa. Puhtaan käyttöveden puute vaivaa 2,6 miljardia ihmistä eli 40 prosenttia maapallon väestöstä.

Olemme maailmanlaajuisen vesikriisin partaalla. Monilla alueilla vettä kulutetaan nopeammin kuin vesivarat ehtivät uusiutua, ja usein vettä liataan nopeammin kuin se ehtii puhdistua luonnollisen kiertokulkunsa tai keinotekoisen puhdistamisen avulla. Myös ilmastonmuutos vaikuttaa vedenkiertoon. Joillakin trooppisilla alueilla sekä kuivilla alueilla kääntöpiirien tuntumassa sademäärä ja valunta vähenevät. Myös jäätiköihin ja lumeen varastoituneen veden määrä vähenee. Tämä pienentää kesäisten ja syksyisten valumavesien määrää ja pahentaa siten vesipulaa varsinkin tiheästi asutuilla alueilla. Toisaalta lämpenevä ilmasto lisää rankkasateita ja tulvariskejä. (Aihetta käsitellään tarkemmin GE3 Riskien maailma -kurssilla.)

Tiivistelmä

- Vesikehä eli hydrosfääri koostuu maapallon vesivarastoista: meristä sekä mantereiden ja ilmakehän vedestä.
- Veden kiertokulku eli hydrologinen kierto kuvaa veden jatkuvaa liikettä vesikehässä vesivarastosta toiseen ja siihen liittyviä veden olomuodon muutoksia.
- Auringon lämpöenergia ja Maan painovoima saavat veden liikkeelle.
- Suurin osa maapallon vedestä on valtamerten suolaista vettä.
- Vajaat kolme prosenttia maapallon vedestä on suolatonta eli makeaa vettä, josta vain pieni osa on helposti saatavaa puhdasta käyttövettä.

Pohdittavaa

1. Miten ihminen on vaikuttanut veden kiertokulkuun kotiseudullasi?
2. Kuulet uutisista tiedotuksen, jossa ilmoitetaan, että oman kuntasi vesijohdot suljetaan vuorokaudeksi. Mitä tekisit? Kuinka paljon laskisit vettä talteen omaa käyttöäsi varten?

Sateet

Rooma, Italia

Eri puolilla maailmaa sadat miljoonat ihmiset odottavat sateita tai niiden loppumista. Pitkään jatkuneet sateet saavat joet tulvimaan, haittaavat liikennettä ja voivat estää sadonkorjuun. Sateiden vähyys taas johtaa kastelu- ja jopa juomaveden niukkuuteen ja hankaloittaa sekä ihmisten että muiden eliöiden elämää.

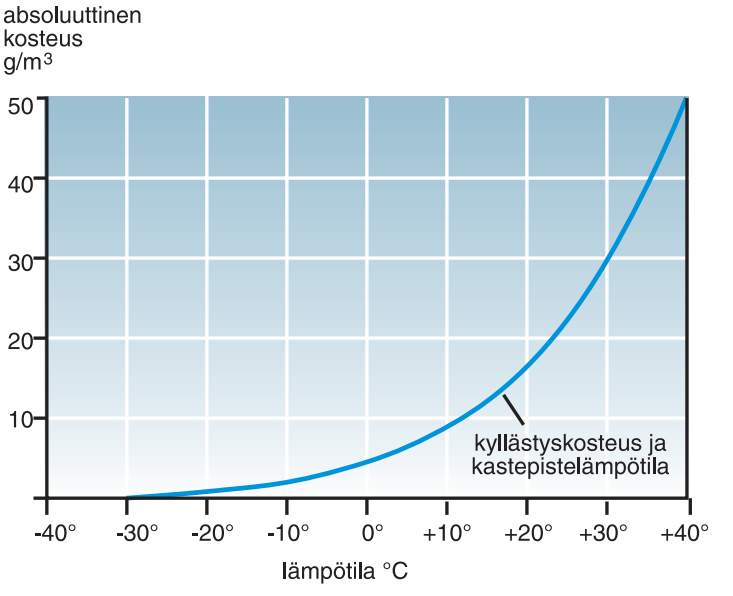
Sade syntyy, kun ilma kohoaa ja vesihöyry tiivistyy

Sade syntyy, kun ilmakehään haihtunut vesihöyry tiivistyy vesipisaroiksi, jotka putoavat painovoiman vaikutuksesta mantereille tai meriin. Vesihöyry on läpinäkyvää kaasumaista vettä, jonka näkee vasta, kun se tiivistyy vesipisaroiksi. Pilvet ja sumu nähdäänkin juuri niissä leijuvien pienten vesipisaroiden takia.

Jotta vesipisara muodostuisi, ilman täytyy olla vesihöyryn kyllästämää. Se tarkoittaa, että **suhteellinen ilmankosteus** on kohonnut sataan prosenttiin, jolloin ilmassa on suurin mahdollinen vesihöyrymäärä, jonka ilma pystyy sitomaan kyseisessä lämpötilassa. Toisin sanoen on saavutettu **kyllästyskosteus**. Lämmin ilma voi sisältää vesi-

höyryä enemmän kuin kylmä ilma, joten ilman jäähtyessä vesihöyry alkaa tiivistyä nesteeksi. Sitä lämpötilaa, jossa tiivistyminen alkaa, kutsutaan **kastepistelämpötilaksi** eli **kastepisteeksi**.

Vesipisaran muodostumiseen tarvitaan lisäksi jokin **tiivistymisydin** tai -**pinta**, johon vesimolekyylit voivat tiivistyä. Sopivia tiivistymisytimiä ovat pöly-, tuhka- tai suolakidehiukkaset, joita tuuli nostaa ilmaan. Esimerkiksi suolakidehiukkasia joutuu ilmaan meriveden pärskeistä vesipisaroiden haihtuessa niiden ympäriltä. Tiivistyneet pienet vesipisarat törmäilevät toisiinsa ja sulautuvat yhteen yhä suuremmiksi pisaroiksi. Kun ne ovat kasvaneet riittävän suuriksi, ne alkavat pudota painovoiman vaikutuksesta maahan. Ylhäällä pilvissä muodostuu usein jääkiteitä, koska siellä on kylmä. Jääkiteet kasvavat lumikiteiksi ja edelleen lumihiutaleiksi, kun vesihöyryä härmistyy niiden pinnalle. Jääkiteistä voi muodostua myös lumi- ja jäärakeita. On tavallista, että pudotessaan lumihiutaleet ja rakeet sulavat ja tulevat maahan vesisateena, koska lähempänä maanpintaa lämpötila on korkeampi.



Kastepistelämpötila ja kyllästyskosteus voidaan kuvata samalla käyrällä. Esimerkiksi 0 °C lämpötilassa ilma voi sisältää vesihöyryä enintään 5 g/m^3. Sen sijaan 20 °C lämpötilassa vesihöyryä voi olla ilmassa 17 g/m^3. Siksi sade alkaa kylmässä ilmassa herkemmin kuin lämpimässä ilmassa.

Rakeita muodostuu erityisesti ukkospilvissä, joissa ilma pyörteilee voimakkaasti ja rakeet ehtivät kasvaa suuriksi.

Sateita on kolmea tyyppiä

Lämpötila laskee troposfäärissä ylöspäin mentäessä. Siksi kohoavassa ilmassa oleva vesihöyry tiivistyy vesipisaroiksi. Sadetyyppejä luokitellaan sen mukaan, mikä kulloinkin aiheuttaa ilman kohoamisen.

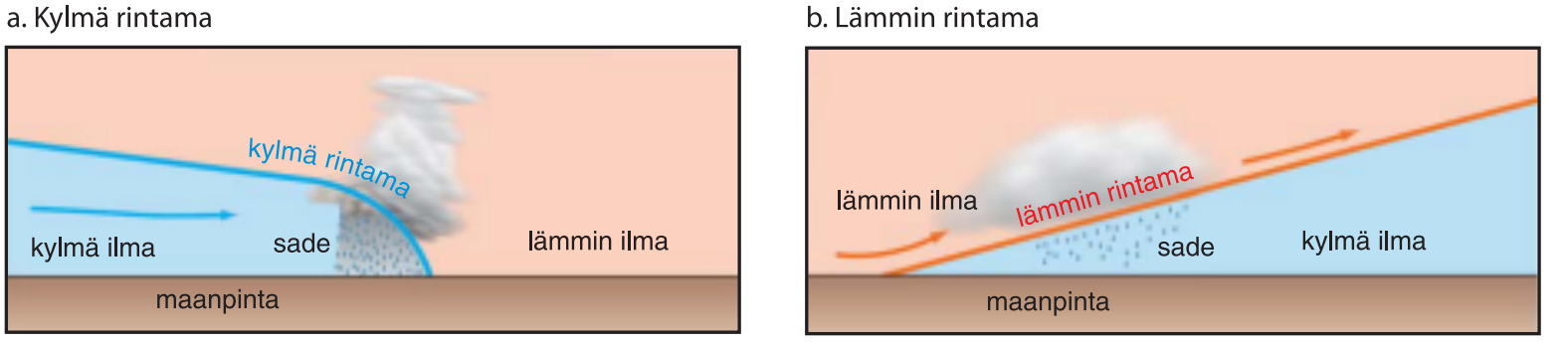
Ilma kohoaa, kun lämmin ja kylmä ilmamassa kohtaavat. Lämpimämpi ilma kohoaa kevyempänä kylmemmän päälle. Koska erilaisten ilmamassojen rajapintaa kutsutaan rintamaksi, on siinä syntynyt sade nimeltään **rintamasade**. Tyypillisiä rintamasateita esiintyy lauhkeilla alueilla polaaririntamassa, esimerkiksi Suomessa. (Rintamasateiden syntyä kuvataan tarkemmin s. 66–67.)

Trooppisten alueiden yleisin sadetyyppi on **konvektiosade**, joka syntyy Auringon säteilyn lämmittäessä maanpintaa epätasaisesti. Siellä, missä Aurinko lämmittää maanpintaa ympäristöään tehokkaammin, lämpöä siirtyy maanpinnan yläpuolella olevaan kosteaan ilmamassaan, joka lämmetessään kevenee ja kohoaa ylöspäin kuumailmapallon tavoin. Riittävän korkealle kohottuaan ilmamassa on viilentynyt niin, että siinä oleva vesihöyry alkaa tiivistyä vesipisaroiksi. Tiivistymisessä vapautuu lämpöä, joka pitää kohoavan ilmamassan ympäröivää ilmaa lämpimämpänä ja siten kevyempänä. Näin kostean ja ympäristöään lämpimämmän ilmamassan kohoaminen eli konvektiovirtaus jatkuu, kunnes vesihöyry on tiivistynyt eikä tiivistymisessä enää vapaudu lämpöä. Tällä tavalla syntyvät korkeat kumpu- ja ukkospilvet.

Tyypillinen konvektiosade on lyhytaikainen, korkeintaan parin tuntia kestävä rankka ukkoskuuro iltapäivällä, jolloin Auringon säteily on ehtinyt lämmittää maata ja haihduttaa runsaasti vesihöyryä ilmaan. Trooppisilla alueilla konvektiosateita on ympäri vuoden. Subtrooppisilla ja lauhkeilla alueilla niitä esiintyy eniten kesäisin. Suomessakin konvektiosateita on kesän hellepäivinä paikallisina ukkoskuuroina.

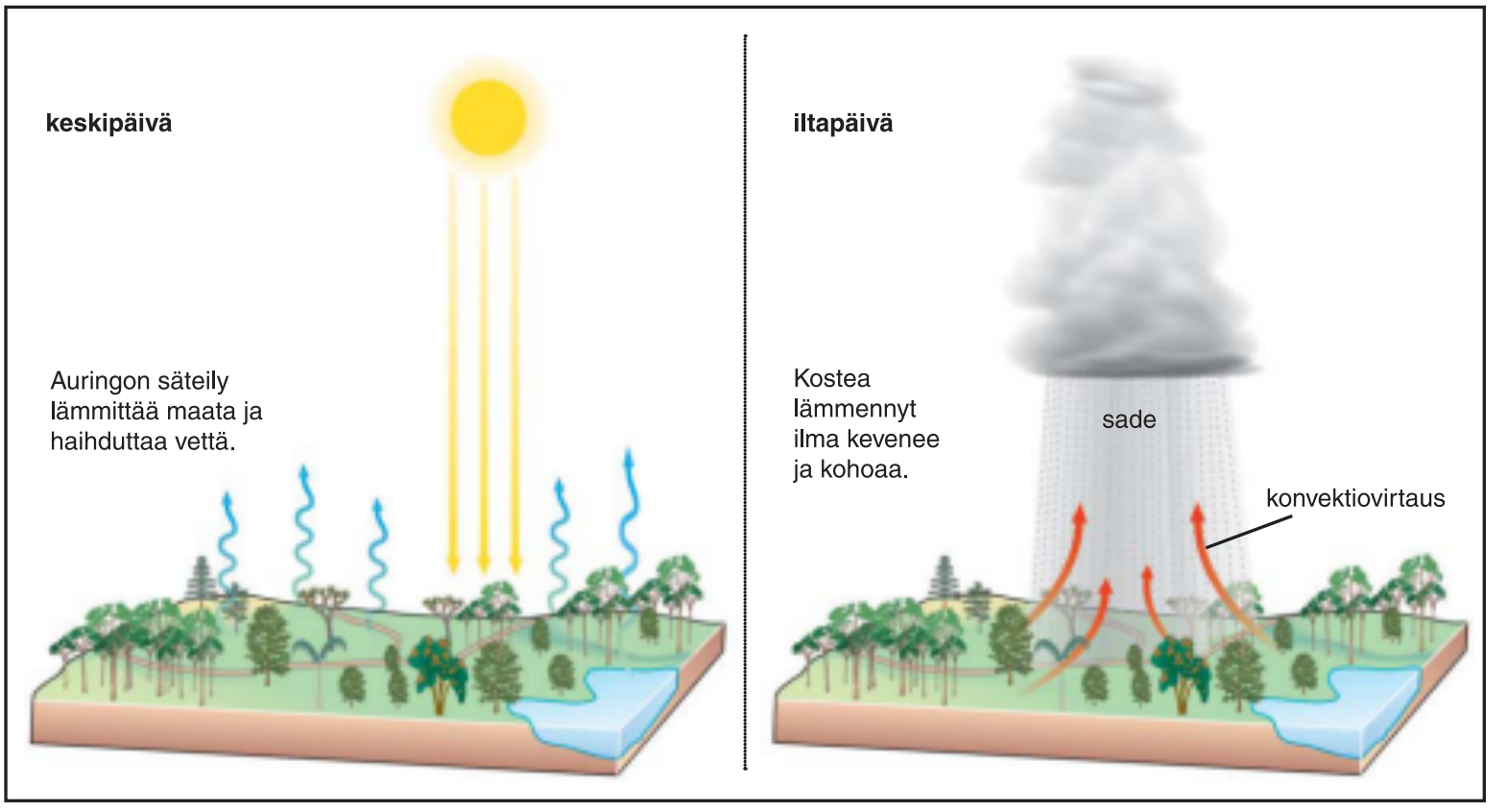
Kun vuori tai vuoristo pakottaa kostean ilmamassan kohoamaan, syntyy tuulenpuoleiselle rinteelle **orografinen sade**. Suojapuolelle kosteutta riittää vähän ja siellä esiintyy usein kuivia lämpimiä laskutuulia. Orografiset sateet ovat yleisiä rannikkovuoristoissa, kuten Norjan ja Kanadan länsirannikoilla. Toisinaan vähäinenkin maaston nousu aiheuttaa orografisia sateita.

Rintamasade



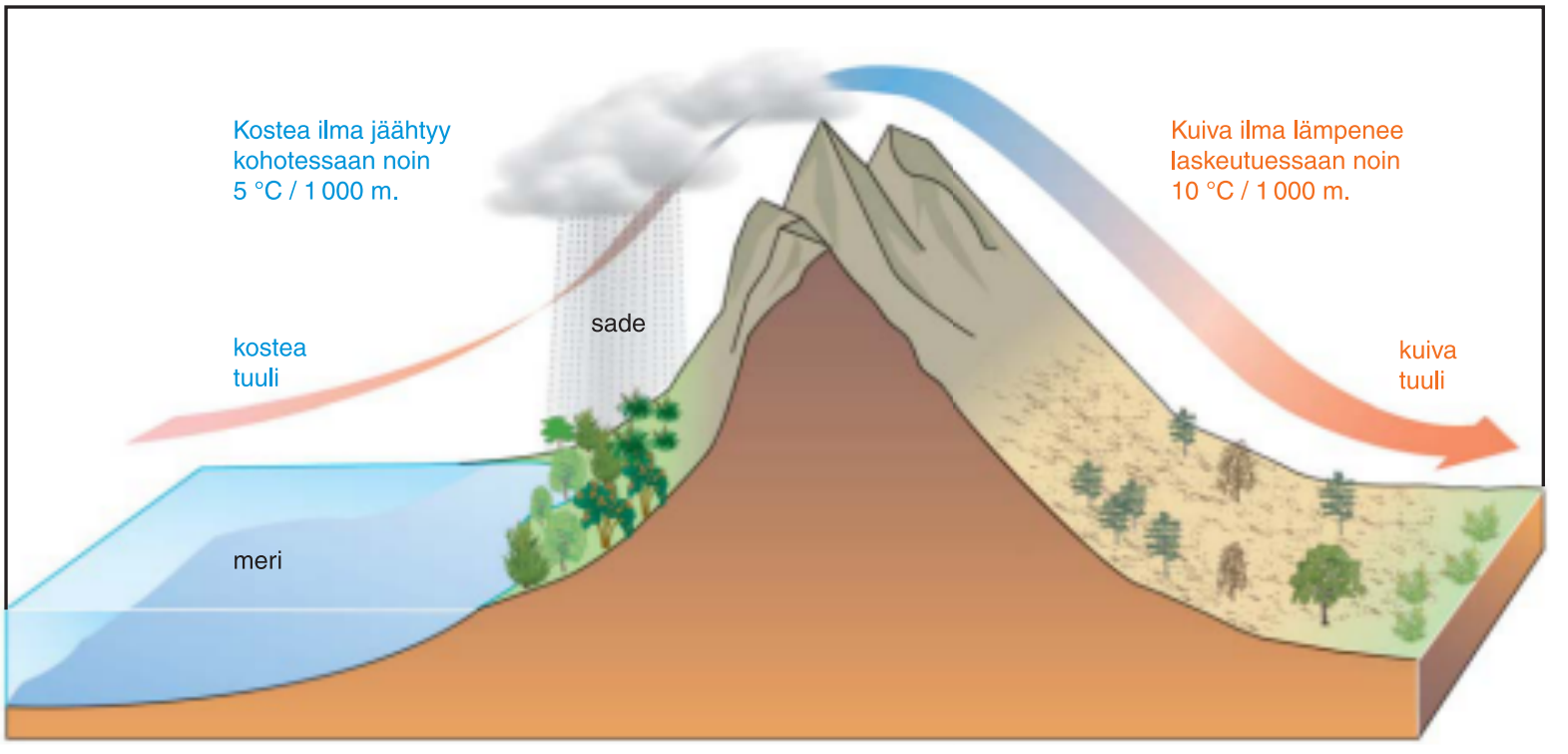
Rintamasade syntyy, kun kaksi erilaista ilmamassaa kohtaavat.
a. Kylmän rintaman alueella kylmä ilmamassa tunkeutuu raskaampana lämpimän ilmamassan alle, mikä pakottaa lämpimän ilman kohoamaan.
b. Lämpimän rintaman alueella lämmin ilmamassa työntyy kevyempänä kylmän ilmamassan päälle.

Konvektiosade



Konvektiosade syntyy, kun kostea lämmennyt ilma kevenee ja kohoaa. Esimerkiksi päiväntasaajalla esiintyvät iltapäiväsateet ovat konvektiosateita.

Orografinen sade



Orografinen sade syntyy, kun vuoristo pakottaa kostean ilman kohoamaan.

Maapallolla on sateisia ja kuivia alueita

Sateiden jakautuminen maapallolla on yhteydessä maapallon ilmanpaine- ja tuulivyöhykkeisiin, merivirtoihin, vuoristojen sijoittumiseen ja etäisyyteen meristä. Koska lämmin ilma voi sitoa vesihöyryä enemmän kuin kylmä, siitä voi myös vapautua enemmän vettä sateena. Siksi maapallon sateisimmat alueet sijaitsevat tropiikissa päiväntasaajan tuntumassa.

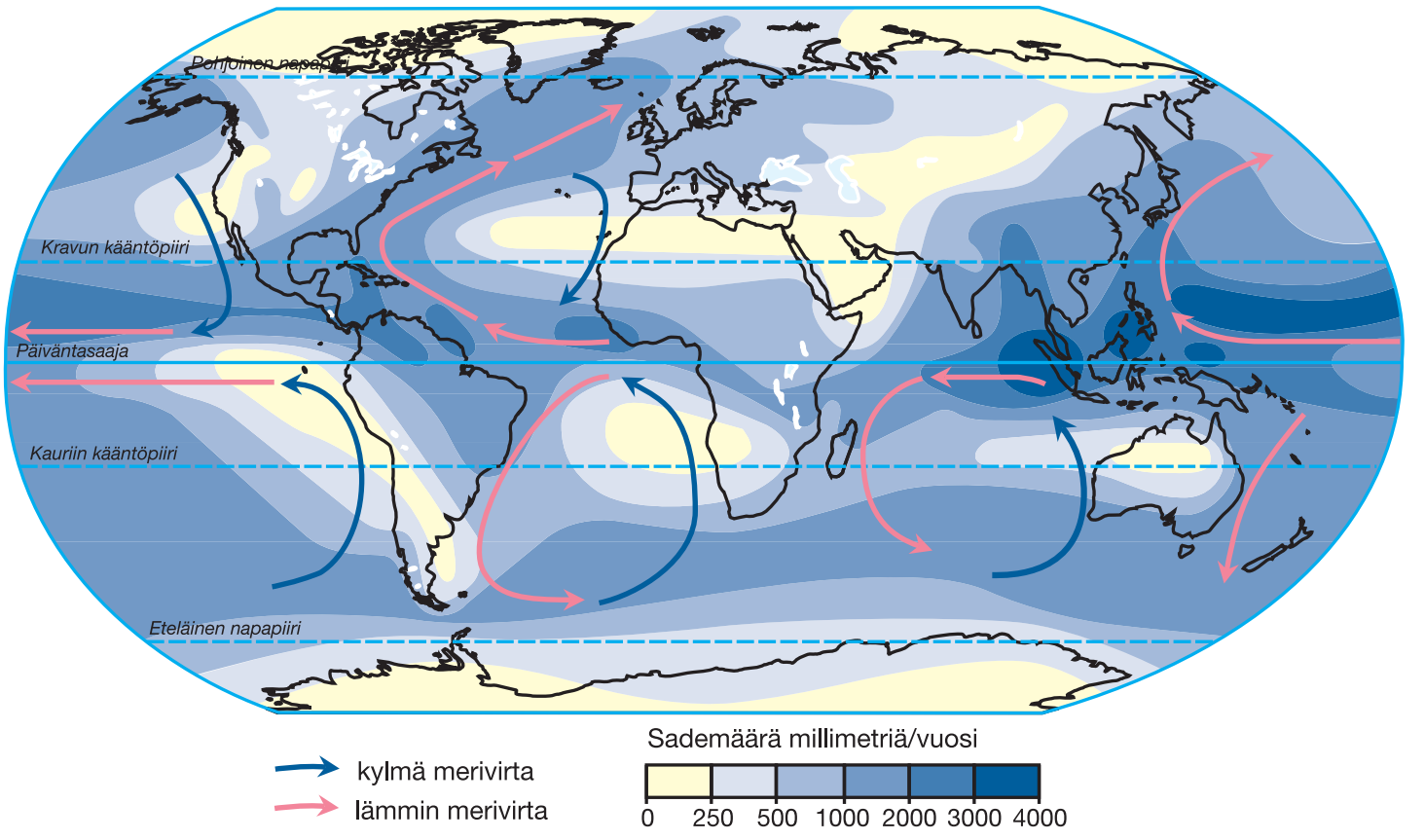
Auringon korkeinta asemaa eli **zeniittiasemaa** hieman viiveellä seurailevia päiväntasaajan matalan sateita kutsutaan zeniittisateiksi. Ne ovat konvektiosateita, joista runsaimmat ovat leveyspiirien 10 °N ja 10 °S välissä. Siellä vuosittainen sademäärä ylittää usein 2 500 millimetriä ja sateet ovat ympärivuotisia. Kun edetään päiväntasaajalta kohti kääntöpiirejä, vuosittaiset sademäärät pienenevät ja sateet muuttuvat päiväntasaajan matalan mukanaan tuomiksi sadekausiksi, kesäsateiksi. Erityisen voimakkaita sadekausia on Himalajan etelärinteillä, jonne kesämonsuuni tuo mereltä kosteutta.

Vähäsateisimmat alueet ovat napa-alueiden ja hepoasteiden korkeapainealueilla, joille kuivaa ilmaa laskeutuu troposfäärin kylmästä yläosasta. Myös vuoristojen taakse ja mantereiden keskiosiin sekä rannikoille, joiden edustalla kulkee kylmä merivirta, muodostuu vähäsateisia aavikkoalueita. Niiden sademäärä on alle 250 millimetriä vuodessa. Atacaman aavikko Chilessä ja Perussa on yksi maapallon vähäsateisimmista alueista. Siellä on alueita, joilla ei ole satanut 400 vuoteen. Atacaman kuivuuden aiheuttavat hepoasteiden korkeapaine ja kylmä Perunvirta.

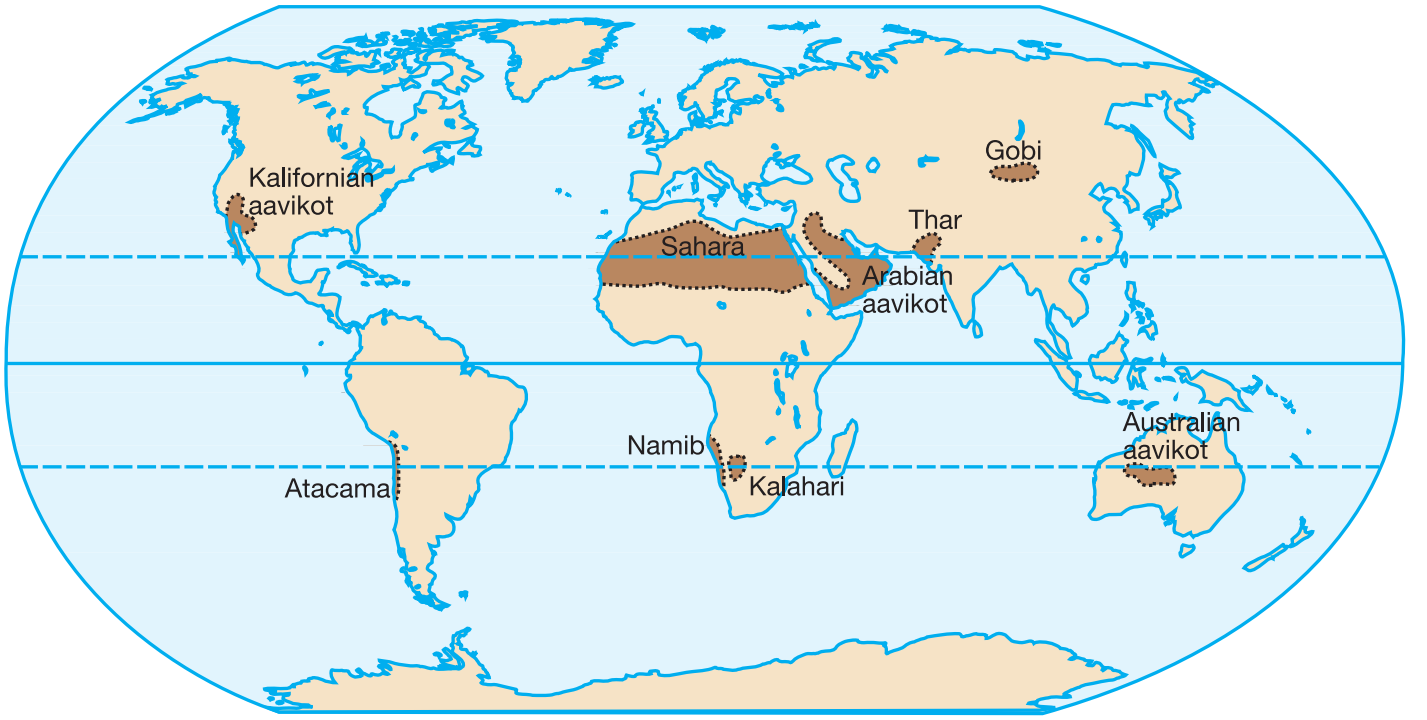
Lämpimät merivirrat tuovat sateita, kun taas kylmät merivirrat kuivattavat mantereiden rannikoita. (Merivirtojen vaikutusta ilmastoon käsitellään tarkemmin s. 60).

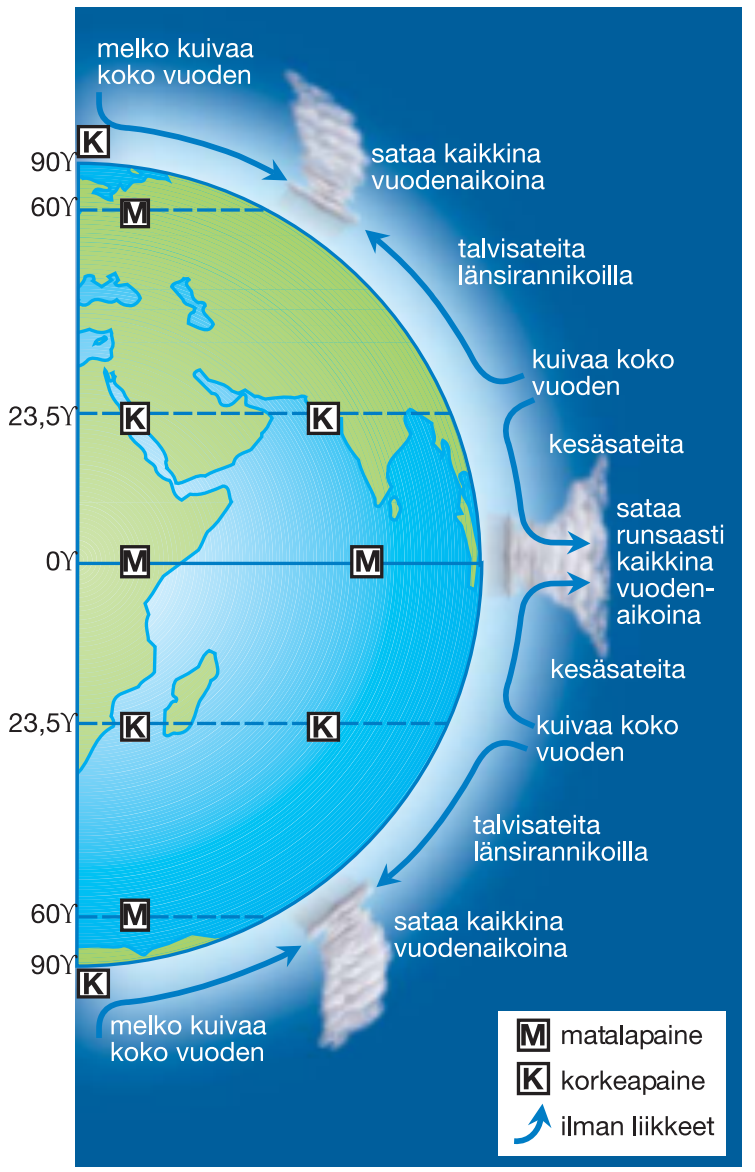
Sateissa on vuodenaikaista vaihtelua, koska maapallon ilmanpainevyöhykkeet siirtyvät vuodenaikojen mukaan pohjois-eteläsuunnassa. Esimerkiksi Välimeren alueella polaaririntaman matala saa aikaan talvisateita ja kesällä hepoasteiden korkea tuo sinne kuuman ja kuivan kesän. Myös muualla vastaavilla leveyspiireillä on alueita, joilla talvi on sateinen ja kesä on kuuma ja kuiva.

Sateiden jakautuminen maapallolla



Maapallon kuumat ja lauhkeat aavikot





Sateiden jakautuminen ja ilmanpainevyöhykkeet, kun Auringon zeniittiasema on päiväntasaajalla. Kuvassa on siis kevät- tai syyspäiväntasaus.

Tiivistelmä

- Sateen syntymiseen tarvitaan sadan prosentin suhteellinen kosteus ja tiivistymishiukkasia, joiden pinnalla vesimolekyylit voivat tiivistyä.
- Sadetta esiintyy alueilla, joilla kostea ilma kohoaa ja jäähtyy. Koska kylmä ilma pystyy sitomaan vähemmän kosteutta kuin lämmin, vesihöyry alkaa tiivistyä vesipisaroiksi ilman jäähtyessä.
- Sadetyyppejä ovat konvektiosateet, orografiset sateet ja rintamasateet.
- Sateisimpia alueita ovat konvektiosateiden alueet, lämpimien merivirtojen alueet ja monsuunialueet.
- Vähäsateisimpia alueita ovat pysyvien korkeapaineiden ja kylmien merivirtojen alueet.

Pohdittavaa

1. Miksi Norjan rannikolla sataa paljon ja Saharassa on kuivaa?
2. Millainen merkitys sateilla on ihmisille eri puolilla maailmaa?

Veden liike merissä

Cape Kiwanda, Oregon, Yhdysvallat

Maapallon pinta-alasta 71 prosenttia on merten peitossa. Jos maapallon pinta olisi täysin tasainen, Maa olisi kokonaan 2 500 metrin syvyisen vesikerroksen peitossa. Tällöin maapallo olisi todellinen vesipallo! Merivesi liikkuu jatkuvasti sekä meren pinnalla että syvyyksissä. Meriveden liikkeet vaikuttavat suuresti ilmastoon. Esimerkiksi Golfvirta tuo lämpöä ja kosteutta Pohjois-Eurooppaan.

Meret ovat yhteydessä toisiinsa

Meret jaetaan suuriin valtameriin ja sivumeriin. **Valtameriä** on viisi: Tyynimeri, Atlantti, Intian valtameri, Eteläinen jäämeri ja Jäämeri. Erilaiset **sivumeret** luokitellaan kolmeen tyyppiin. Maanosien välissä sijaitsevat välimeret, esimerkiksi Välimeri ja Karibianmeri. Valtamerten reunoilla ovat reunameret, esimerkiksi Pohjanmeri ja Barentsinmeri. Sisämeret, joita ovat esimerkiksi Itämeri, Mustameri ja Hudsoninlahti, ovat yhteydessä valtameriin vain kapeiden salmien kautta.

Merenpohja on 0–11 000 metriä merenpinnan alapuolella. Merenpohjan pinnanmuodot vaihtelevat samaan tapaan kuin mantereidenkin. Mantereiden edustalla olevat merialueet koostuvat kahdesta osasta. **Mannerjalusta** viettää loivasti rantaviivasta noin 200 metrin syvyyteen. **Mannerrinne**

on jyrkänne, joka alkaa noin 200 metrin syvyydestä ja jatkuu tavallisesti noin 4 000 metrin syvyyteen. Sen jälkeen merenpohja levittäytyy monin paikoin tasaisena syvänmeren tasankona. Toisaalta merenpohjassa on niin syvänteitä ja hautavajoamia kuin vuoria ja vuoristojakin. Merenpohjan laajimpia kohoumia ovat valtamerten keskiselänteet, jotka toisinaan nousevat merenpinnan yläpuolelle. (Keskiselänteistä kerrotaan tarkemmin s. 102–103.)

Aallot siirtävät energiaa

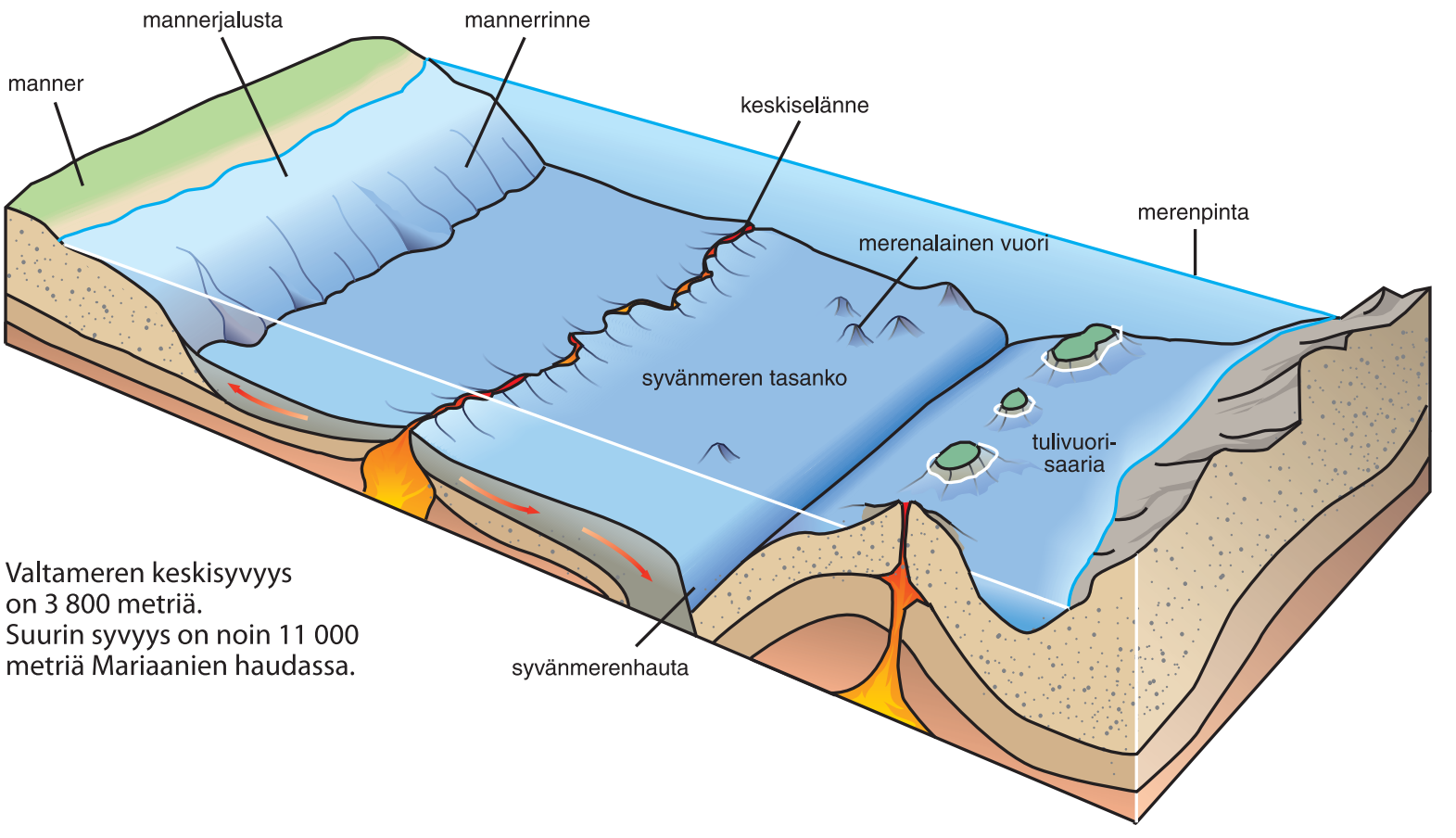
Kun tuuli puhaltaa tyynen vedenpinnan yllä, osa tuulen liike-energiasta siirtyy veden liike-energiaksi. Energia siirtyy kitkan avulla. Tuuli tarttuu vesimolekyyleihin ja saa ne pyörivään liikkeeseen, mikä saa aikaan sileän vedenpinnan rikkoutumisen. Kun vedenpinta on rikkoutunut ja sen pinta-ala näin lisääntynyt, tuuli pystyy tarttumaan vesimolekyyleihin entistä paremmin. Se kasvattaa edelleen pieniä aaltoja.

Aallot kasvavat sitä suuremmiksi, mitä nopeammin ja kauemmin tuuli puhaltaa ja mitä pitemmällä matkalla tuuli pääsee vaikuttamaan vedenpintaan. Myös vesialueen muodolla, syvyydellä sekä tuulten ja merivirtojen suunnilla on vaikutusta aaltojen korkeuteen. Aavalla merellä tuulen aiheuttamat aallot ovat yleensä alle 5 metriä korkeita. Poikkeuksellisen suuria jättiläisaaltoja, jopa yli 30 metrin korkuisia, syntyy merialueilla, joilla säännölliset tuulet ja merivirrat törmäävät.

Kun aallot saapuvat matalaan rantaan, niiden pituus lyhenee ja korkeus kasvaa eli aallot tulevat jyrkemmiksi. Kun aalto saavuttaa riittävän jyrkkyyden, aallonharja murtuu ja vettä pärskähtelee sen vaahtopäästä. Tällaisia murtuvia aaltoja kutsutaan **tyrskyiksi**.

Tuulen lisäksi aaltoja aiheuttavat maanjäristykset, tulivuorenpurkaukset, vuorovesi-ilmiö ja äkilliset ilmanpaineen vaihtelut. Erittäin tuhoisa hyökyaalto eli **tsunami** syntyy, kun voimakas merenalainen maanjäristys, tulivuorenpurkaus tai suuri maanvieremä täräyttää vesimassat yhtäkkiä liikkeelle pohjasta pintaan asti. Tällöin aaltoliike vaikuttaa koko meren syvyydeltä eikä vain pinta-osissa, kuten tuulen synnyttämissä aalloissa. Siksi tsunamin mukana siirtyy valtava määrä energiaa kohti rannikoita.

Merenpohjan pinnanmuotoja



Valtameren keskisyvyys on 3 800 metriä. Suurin syvyys on noin 11 000 metriä Mariaanien haudassa.

Merivirrat ovat pintavirtauksia

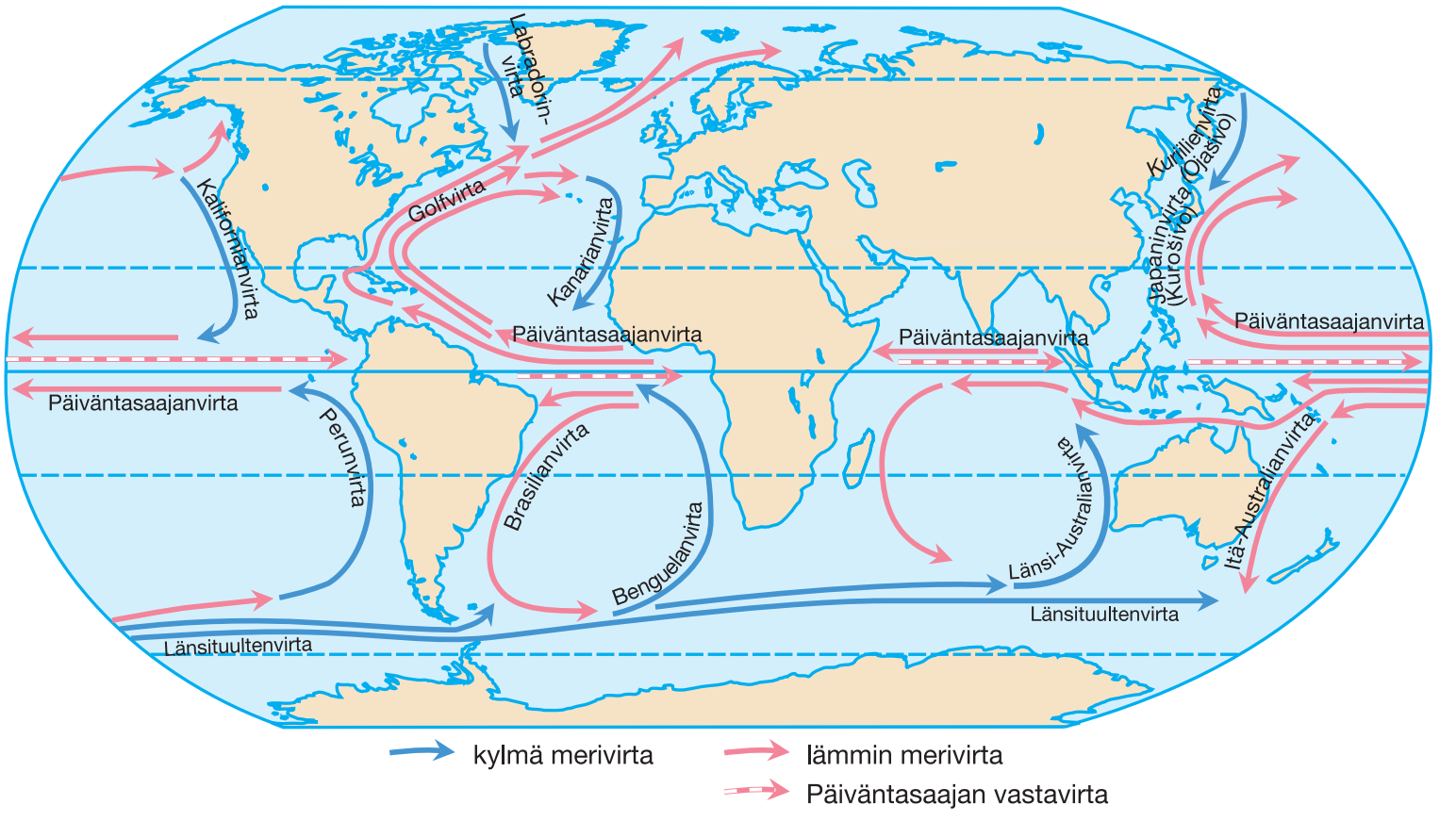
Kun tuuli puhaltaa kauan samaan suuntaan, se saa ensin valtameren pintakerroksen liikkeelle. Vähitellen liike vaikuttaa yhä syvempään vesimassaan, jopa kilometrin syvyyteen. Virtauksen suuntaan vaikuttavat tuulen lisäksi coriolisilmiö sekä merenpohjan ja rannikon muodot. Pysyviä valtamerten pintakerrosten liikkeitä kutsutaan **merivirroiksi**. Niiden syvyys on yleensä noin 100 metriä ja leveys voi olla satoja kilometrejä.

Pasaatituulet pakottavat meriveden liikkumaan päiväntasaajan molemmin puolin kohti länttä: Eteläinen päiväntasaajanvirta virtaa päiväntasaajan eteläpuolella ja Pohjoinen päiväntasaajanvirta sen pohjoispuolella. Niiden välissä soljuu itää kohti heikko Päiväntasaajan vastavirta, joka syntyy, kun Eteläinen ja Pohjoinen päiväntasaajanvirta törmäävät mantereeseen ja osa vedestä ponnahtaa siitä takaisin. Valtaosa päiväntasaajan merivirtojen vedestä kääntyy kuitenkin coriolisilmiön mukaisesti kohti napa-alueita, joten eteläisellä pallonpuoliskolla valtamerialtaissa on vastapäivään ja pohjoisella myötäpäivään kiertäviä merivirtoja.

Päiväntasaajalta kohti napoja suuntautuvat virrat ovat **lämpimiä merivirtoja**. Ne kuljettavat trooppisilta merialueilta lämpöä muutoin viileämmille alueille. Lämpimiä merivirtoja ovat esimerkiksi Atlantin Golfvirta ja Tyynenmeren Kurošivo. Lämpimien merivirtojen alueilla haihtuminen on voimakasta, joten ilmassa on paljon kosteutta. Lämpimät merivirrat lisäävätkin sademääriä rannikoilla, joiden lähellä ne virtaavat. Tuulten mukana kosteutta ja lämpöä siirtyy myös kauemmas mantereille.

Kylmät merivirrat tuovat mukanaan ympäristöään kylmempää vettä kohti päiväntasaajaa. Kylmät merivirrat viilentävät ja kuivattavat rannikoiden ilmastoa. Se johtuu siitä, että kylmän merivirran alueella haihtuminen on vähäistä, ja ilmassa on siten vähän kosteutta. Koska kylmä ilma ei voi pitää sisällään suurta määrää kosteutta, vesihöyry tiivistyy vesipisaroiksi jo merellä. Siksi kylmän merivirran päällä on usein sumua ja tihkusateita eikä kosteutta riitä rannikoille asti. Näin kylmiä merivirtoja sivuaville rannikoille virtaa hyvin kuivaa ilmaa ja sinne muodostuu aavikoita. Tunnettuja kylmiä merivirtoja ovat Kanarianvirta, Kalifornianvirta ja Perunvirta.

Valtamerten pintaosien merivirrat

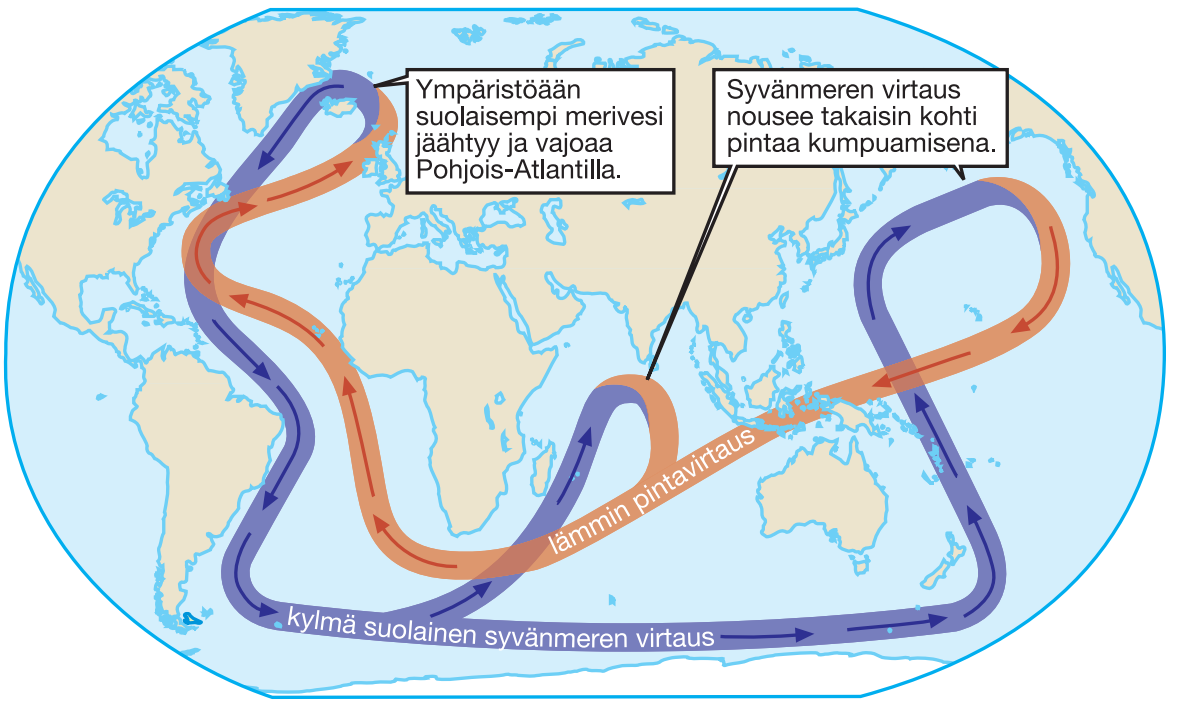


Pystyvirtaukset sekoittavat merivettä

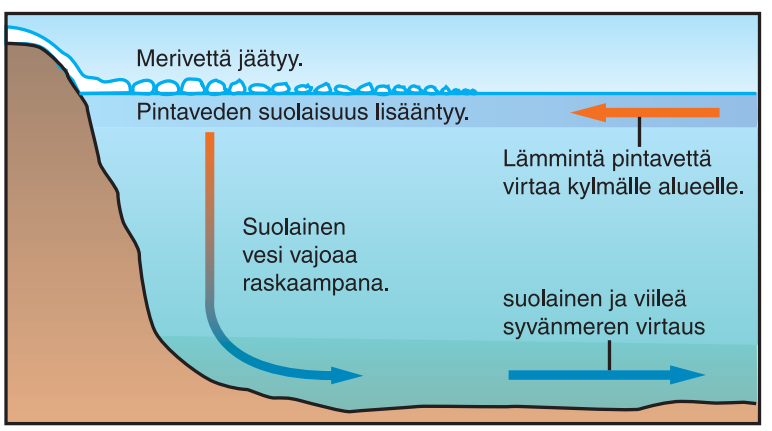
Kun merivesi liikkuu pystysuoraan, joko alas kohti pohjaa tai ylös kohti pintaa, puhutaan **pystyvirtauksesta**. Yksi syy meriveden vajoamiseen on pintaveden tiheyden kasvu. Tiheys kasvaa, kun vesi kylmenee tai sen suolaisuus kasvaa. Suolaisuus lisääntyy esimerkiksi tropiikissa, kun merivettä haihtuu voimakkaan auringonsäteilyn seurauksena. Koska haihtuva vesi on suolatonta, meren pintaosien suolaisuus lisääntyy. Myös napa-alueilla meren pintaosien suolaisuus voi kasvaa, kun vesi muuttaa olomuotoaan. Kun merivesi jäätyy, siitä jäätyy vain sen liuotinosa eli suolaton vesi. Tästä syystä jäätyminen lisää meriveden suolapitoisuutta ja tiheämpänä se alkaa vajota. Tällainen jäätymisestä johtuva meriveden vajoaminen on tavallista esimerkiksi Pohjois-Atlantissa Grönlannin itäpuolella. Sieltä alkaa **syvänmeren virtaus**. Toinen syy vajoamiseen liittyy rannikolle suuntautuviin tuuliin, jotka pakottavat meriveden ensin työntymään vasten rannikkoa ja sitten vajoamaan.

Tuulet saattavat aiheuttaa myös päinvastaisen meriveden liikkeen, kun tuuli puhaltaa pintavettä pois rannikolta ja tilalle kumpuaa vettä syvemmältä. Merten syvyyksistä ylös kohoavat virtaukset ovat tärkeitä merten eliöstölle. Ne tuovat mukanaan ravinteita lähemmäksi pintaa, missä planktoneliöt pystyvät niitä hyödyntämään. Tällaista ylöspäin kohoavaa merivirtausta kutsutaan **kumpuamiseksi**. Pystyvirtauksia syntyy myös silloin, kun kylmät ja lämpimät merivirrat kohtaavat, jolloin vesi sekoittuu tiheyserojen takia.

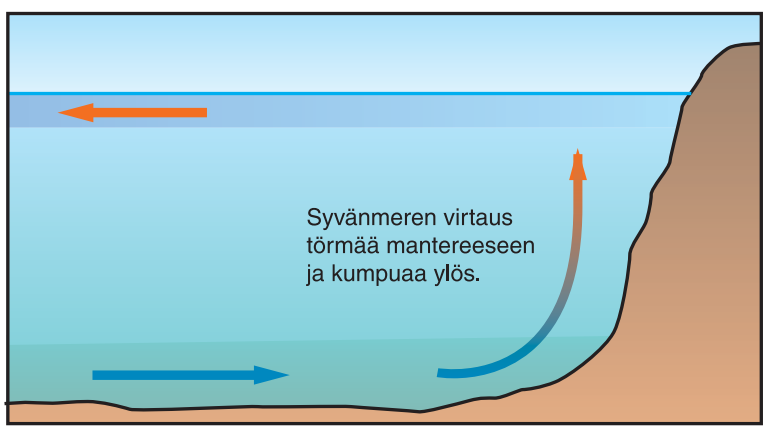
Syvänmeren virtaukset



Meriveden vajoaminen napa-alueella



Kumpuaminen rannikoilla



Tiivistelmä

- Maapallon pinta-alasta 71 prosenttia on merten peitossa.
- Planetaariset tuulet saavat merten pintaosien vedet liikkeelle ja synnyttävät merivirrat.
- Tuulet ja meriveden tiheyserot aiheuttavat pystyvirtauksia.
- Merivirrat vaikuttavat ilmastoon, koska ne tasoittavat maapallon lämpötilaeroja.

Pohdittavaa

1. Mitä seurauksia rannikkoalueiden ilmastolle on lämpimistä merivirroista? Entä kylmistä?
2. Mitä merkitystä on kumpuamisella?

Piilovesi auttaa ymmärtämään vedenkulutusta

Piilovesi on tuotteen kasvatuksen, tuotannon ja jalostuksen aikana kulutettu kokonaisvesimäärä. Piiloveden määrä riippuu itse tuotteen lisäksi tuotantoalueen maantieteellisistä olosuhteista sekä tuotantotekniikoista.

Vesijalanjäljellä tarkoitetaan valtion tai ihmisen kaiken kulutuksen vaatimaa vesimäärää. Se sisältää käytetyn talousveden lisäksi kaikkien kulutettujen tuotteiden valmistamiseen tarvittavan piiloveden. Käsite on verrannollinen ekologiseen jalanjälkeen.

Suomalainen kuluttaa talousvettä päivittäin keskimäärin 155 litraa. Hänen vesijalanjälkensä on kuitenkin huomattavasti suurempi, sillä hän kuluttaa maailman vesivaroja noin 4 700 litraa päivässä eli 1 727 m^3 vuodessa. Koska Suomeen tuodaan paljon erilaisia piilovettä sisältäviä tuotteita, suomalaisen vesijalanjäljestä 41 % muodostuu ulkomailla.

Vesijalanjälkiä (vuonna 2007)

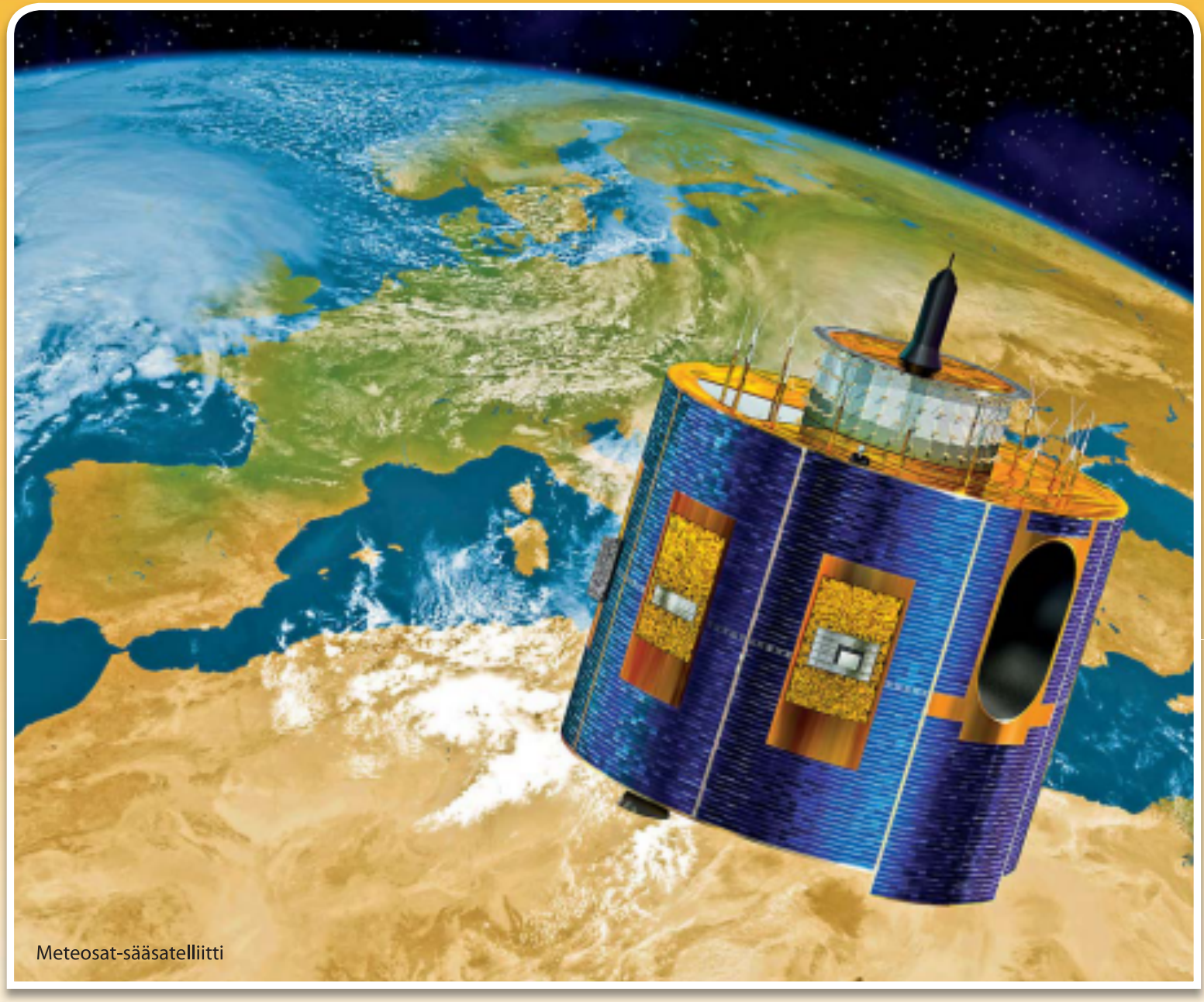
yhdysvaltalainen	2 483	m^3/vuosi
espanjalainen	2 325	m^3/vuosi
suomalainen	1 727	m^3/vuosi
meksikolainen	1 441	m^3/vuosi
kiinalainen	702	m^3/vuosi

Lähde: www.waterfootprint.org

5 Sää ja ilmasto

Cuzcon alue, Peru

Miten säätä ennustetaan?



Meteosat-sääsatelliitti

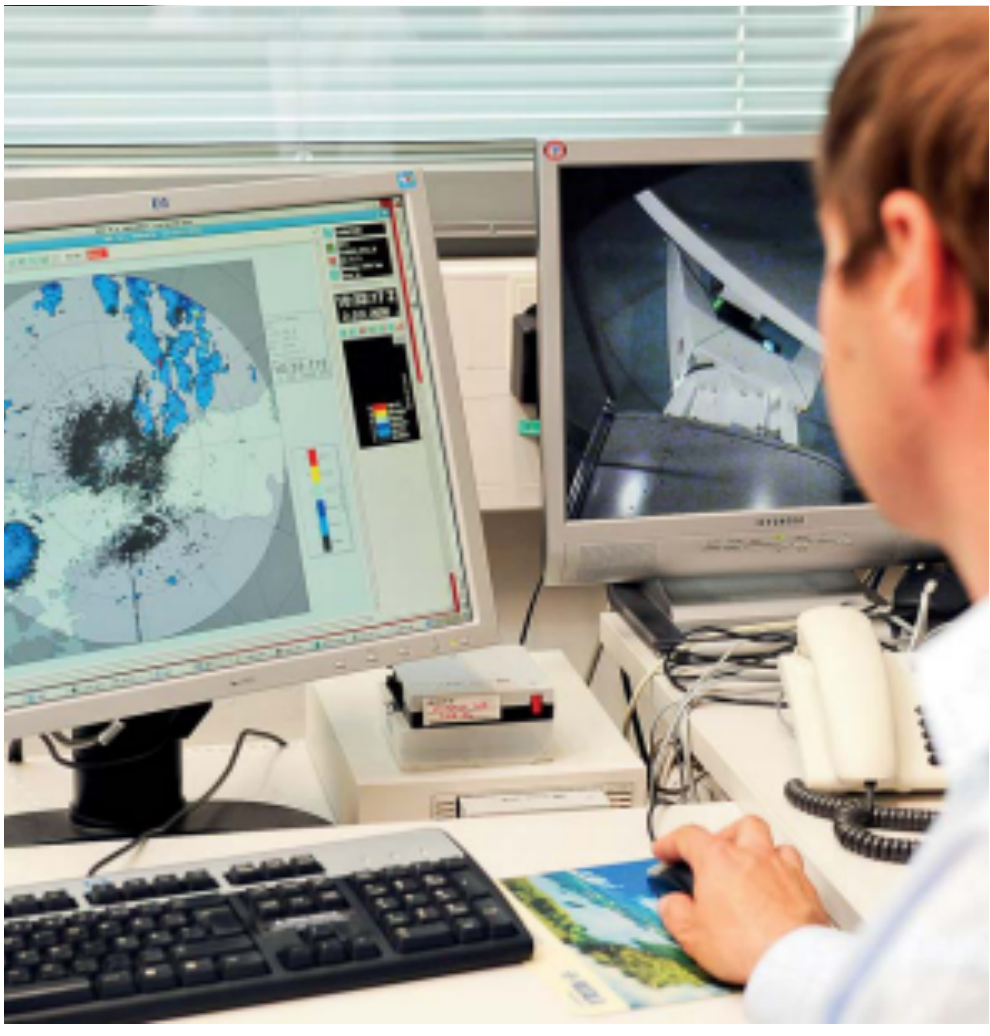
“Sadealue liikkuu Suomen yli kohti koillista. Aamulla ja aamupäivällä sateisinta on maan etelä- ja keskiosissa, iltaa kohti sateet leviävät maan pohjoisosaan. Etelämpänä maassa sää jo laajalti poutaantuu. Lämpötila on päivällä maan eteläosassa 10–12 astetta, itäosassa 8–10 astetta ja pohjoisosissa 5–10 astetta.”

Sääennusteet perustuvat säähavaintoihin

Sää on lyhytaikainen säätekijöiden tila, joka voi vaihtua nopeastikin. Säätilaa havainnoitaessa mitataan ilman lämpötilaa, ilmanpainetta, pilvisyyttä, sademäärää, ilmankosteutta, tuulen voimakkuutta ja suuntaa sekä auringonsäteilyä. Mittauksia tehdään maahavaintoasemilla ja niitä täydennetään lentokonehavainnoista, merellä kelluvista poijuista, radioluotauksista, säätutkista ja satelliiteista saatavilla tiedoilla.

Säähavainnot kerätään tietokantoihin eri maissa. Suomessakin meteorologit laativat sääennusteen eri puolilta maailmaa kerättyjen säähavainto-

Säähavaintoasema Oulangan tutkimusasemalla Kuusamossa.

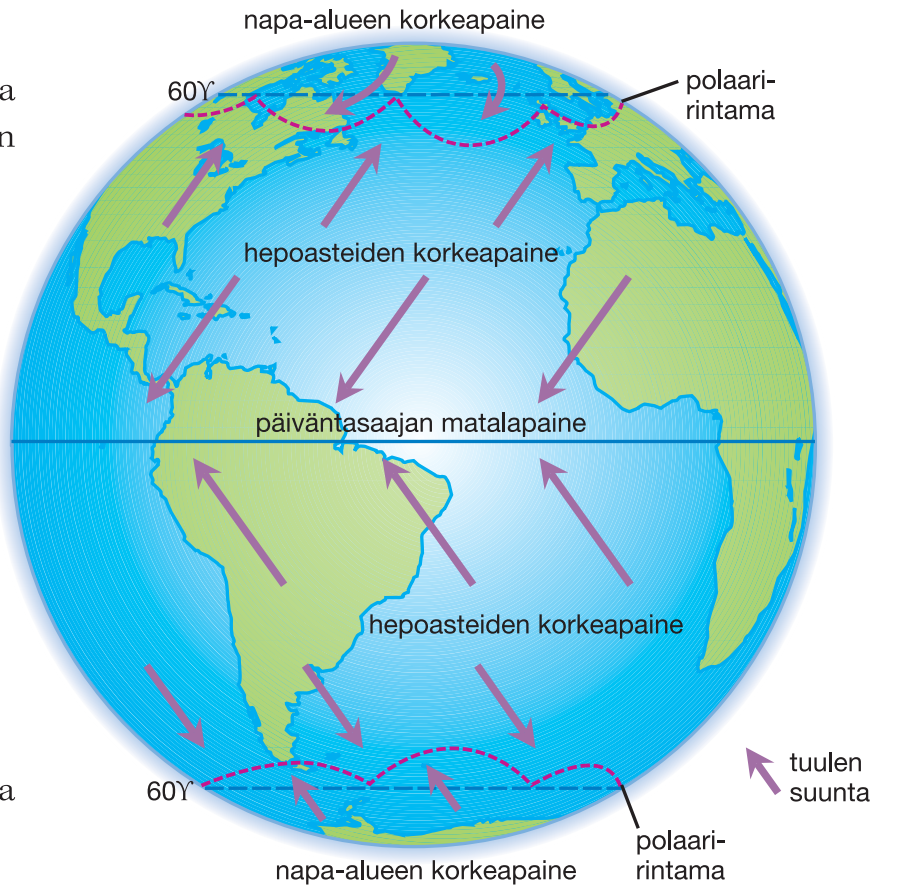


Meteorologi laatii sääennusteen tietokonemallin perusteella.

jen perusteella. Sääennuste on ilmakehän tulevaa tilaa kuvaava malli, jonka laatimisessa käytetään tehokkaita tietokoneita. Säätietoja tarvitsevat merenkulku, lentoliikenne, matkailu, maa- ja metsätalous, energiantuotanto, kunnossapitopalvelut sekä yksityiset kansalaiset.

Säätilat vaihtelevat eri tavoin maapallon eri osissa. Tropiikissa, pysyvän matalapaineen alueilla, aamupäivä saattaa olla kirkas, mutta iltapäivällä saadaan rankkojakin sateita. Keskileveyksillä, esimerkiksi Euroopassa, säähän vaikuttavat eniten liikkuvat matalapaineet, jotka tuovat sateita ja joiden vaikutuksesta lämpötila voi muuttua nopeasti. Pysyvillä korkeapaineen alueilla, kuten Pohjois-Afrikassa, sää on lähes aina aurinkoinen ja sateita tulee harvoin.

Polaaririntamien sijainti



Syklonit vaikuttavat Suomen säätiloihin

Säätilojen vaihtelu on suurinta polaaririntaman alueilla 60° leveyspiirien tienoilla, missä kylmä napa-alueen ilmamassa ja lämmin hepoasteiden korkeapainealueelta tuleva ilmamassa kohtaavat. Polaaririntamassa lämmin, kostea ilmamassa pyrkii työntymään kylmän, kuivemman ilmamassan alueelle muodostaen siihen lämpimän ilman kielekkeitä.

Kevyempi lämmin ilma nousee hitaasti kylmän ilmamassan päälle ja alueelle muodostuu matalapaine. Länsi- ja lounaistuulet kuljettavat matalapainetta itään ja koilliseen 20–80 km/h. Tällaista **liikkuvaa matalapainetta** kutsutaan **sykloniksi**.

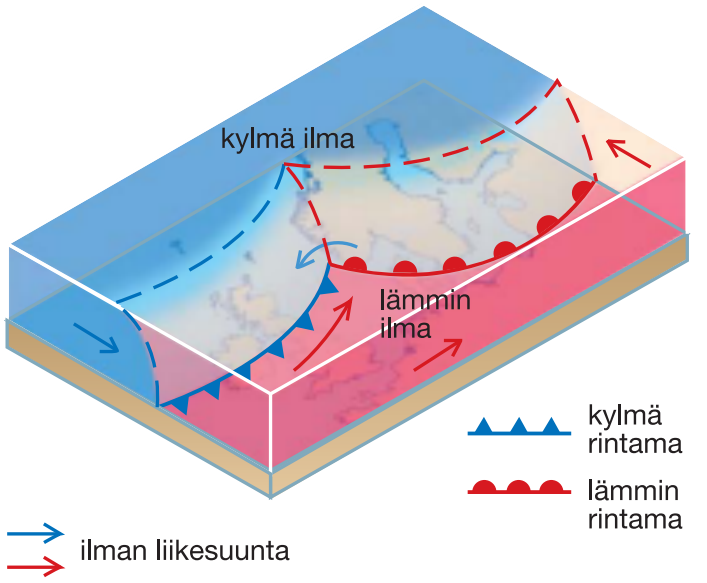
Lämpimän ilman kielekkeen etureunaan syntyy loivapiirteinen **lämmin rintama**. Lämpimän ilman kielekkeen takareunassa kylmä ilma työntyy lämpimän ilman alueelle ja pakottaa lämpimän ilman nousemaan ylöspäin, jolloin syntyy jyrkkä **kylmä rintama**. Rintamien kohdalla lämmin, kostea ilma kohoaa ylöspäin, viilenee ja siinä oleva vesihöyry tiivistyy pisaroiksi. Muodostuu pilviä ja alkaa sataa. Lämpimän ilman kielekkeessä sää on selkeä.

Kylmä rintama etenee nopeammin kuin lämmin rintama, ja niiden välinen lämpimän ilman kieleke maan pinnalla kapenee. Kun kylmä rintama saa kiinni lämpimän rintaman, sanotaan matalapaineen täyttyneen. Näin syntynyttä yhtynyttä rintamaa kutsutaan **okluusiorintamaksi**, jossa esiintyy vielä heikkoja sateita. Syklonin koko kehityskulku kestää muutamia päiviä.

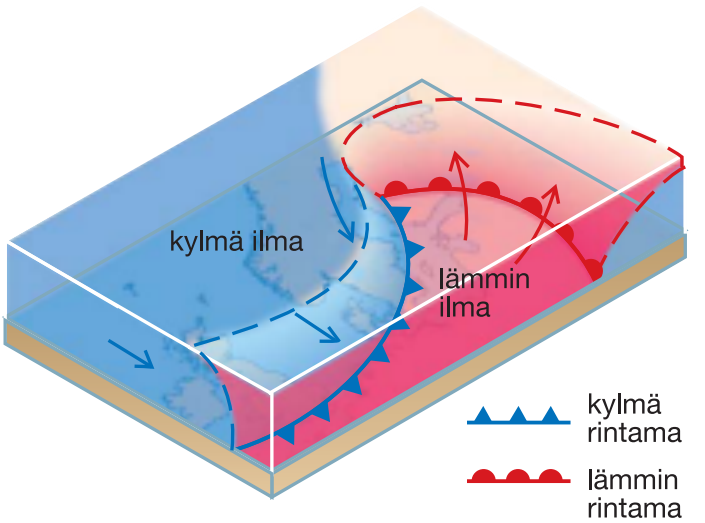
Euroopassa esiintyvät syklonit syntyvät Atlantin valtamerellä ja kulkevat länsi- ja lounaistuulten kuljettamina Keski- ja Pohjois-Euroopan yli koilliseen, itään tai kaakkoon. Ne tuovat mukanaan pilviä ja sateita. Lämpimän rintaman sateet ovat tasaisia ja pitkäkestoisia, mutta kylmän rintaman sateet voivat olla rajuja ja ukkosiakin voi esiintyä. Myös rintamissa esiintyvät pilvityypit eroavat toisistaan.

Syklonien kulkureitit vaihtelevat eri vuodenaikoina auringon zeniittiaseman mukaan. Talvisin, kun aurinko paistaa kohtisuorasti eteläiselle pal-

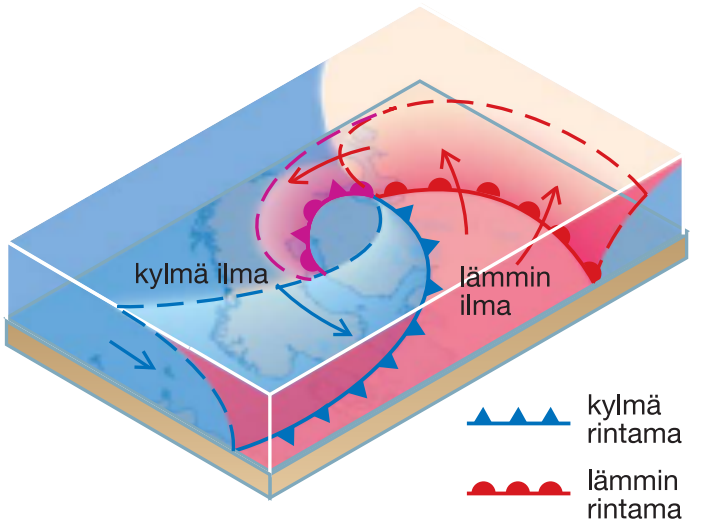
Syklonin vaiheet



a. Lämmin ja kylmä ilmamassa kohtaavat polaaririntamassa.



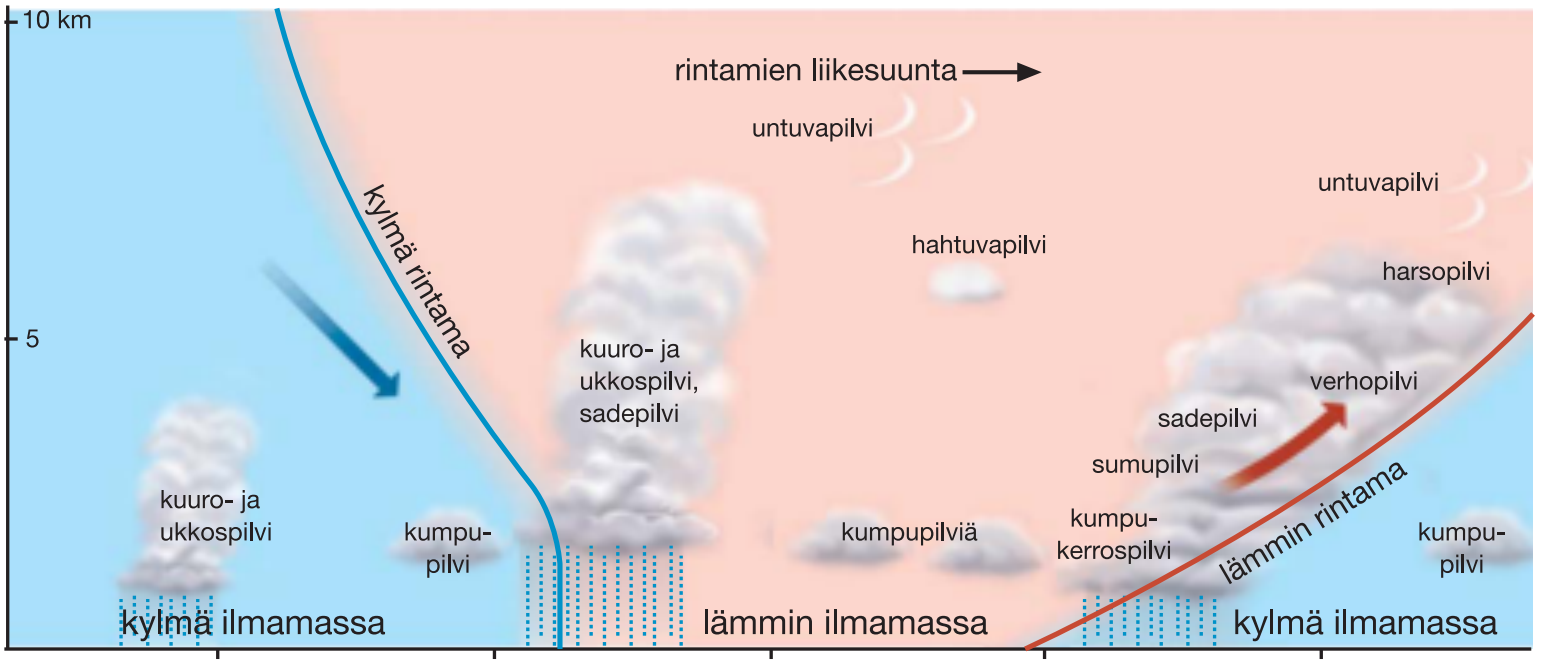
b. Lämmin ja kylmä rintama muodostuvat.



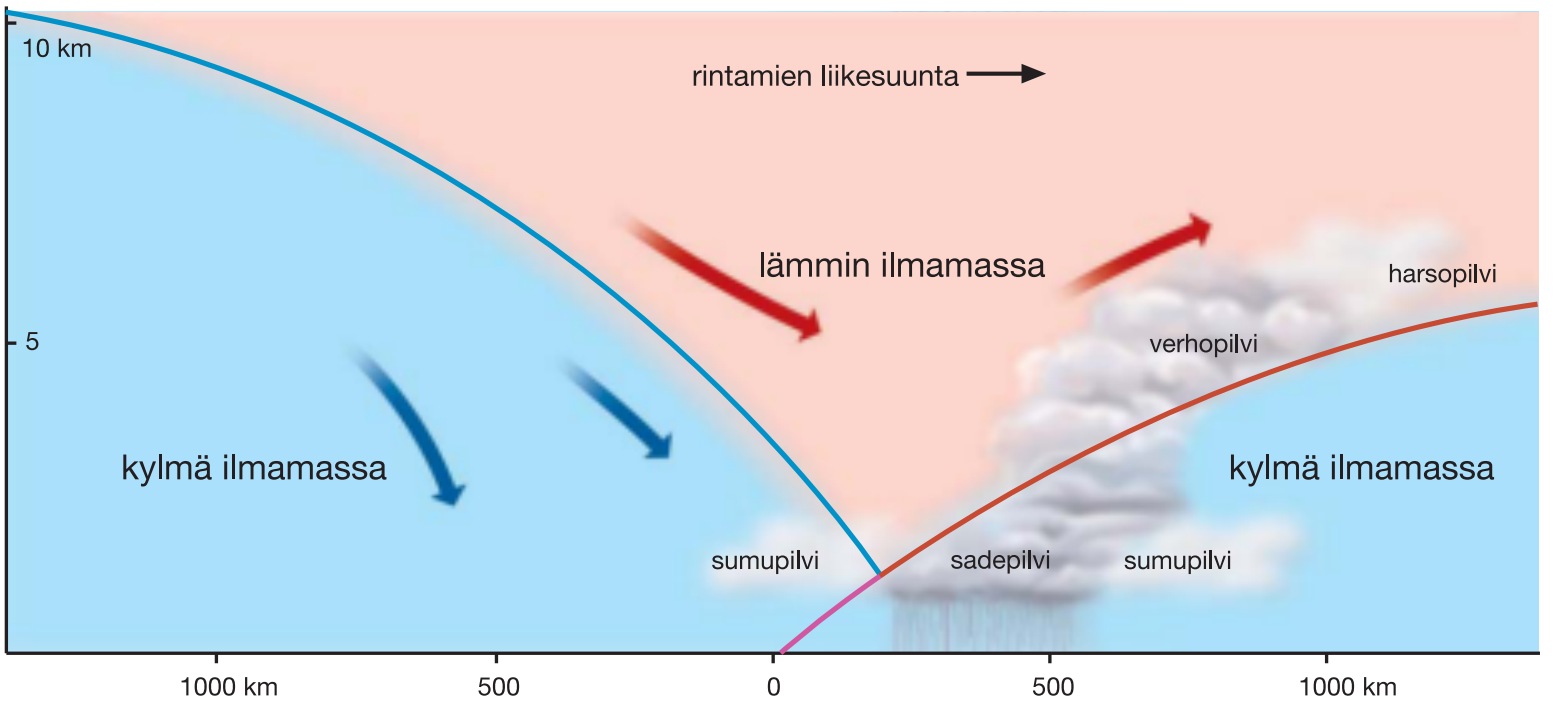
c. Matalapaine alkaa täyttyä.

lonpuoliskolle, syklonit kulkevat Euroopassa eteläisempää reittiä esimerkiksi Välimeren alueen yli aiheuttaen siellä talvisateita. Muina vuodenaikoina, kun zeniittiasema on päiväntasaajalla tai sen pohjoispuolella, syklonien reitti on pohjoisempi, jolloin sateita saadaan enemmän Keski- ja Pohjois-Euroopassa. Syklonien kulkureitti voi muuttua suihkuvirtausten eli troposfäärin yläosassa esiintyvien voimakkaiden, lännestä itään suuntautuvien ilmavirtausten vuoksi. Sykloni voi myös täyttyä odotettua nopeammin. Siksi sääennusteiden laatiminen polaaririntaman alueelle on usein hankalaa. Suomessa viiden vuorokauden sääennusteet ovat useimmiten luotettavia, mutta ennusteaikaa pyritään pidentämään kahteen viikkoon entistä tehokkaampien tietokoneiden avulla.

Sykloni sivulta katsottuna

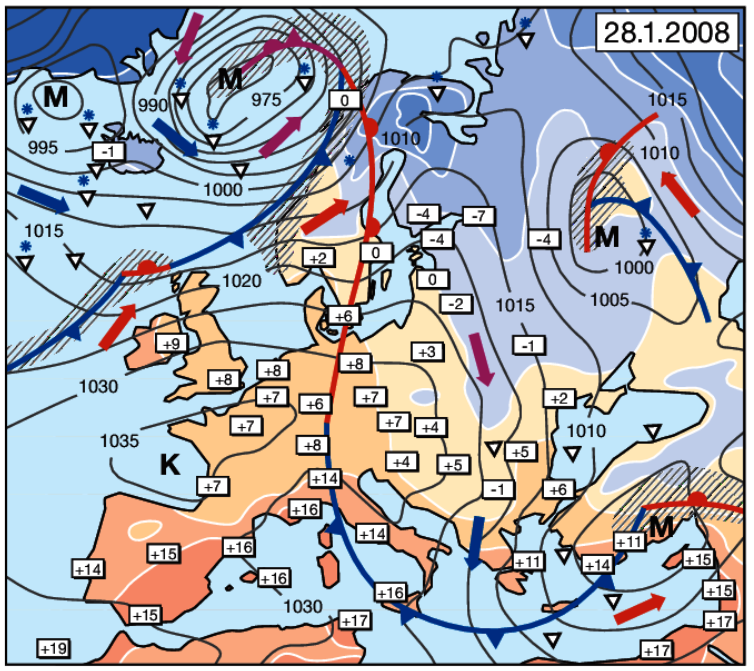


Okluusiorintama sivulta katsottuna

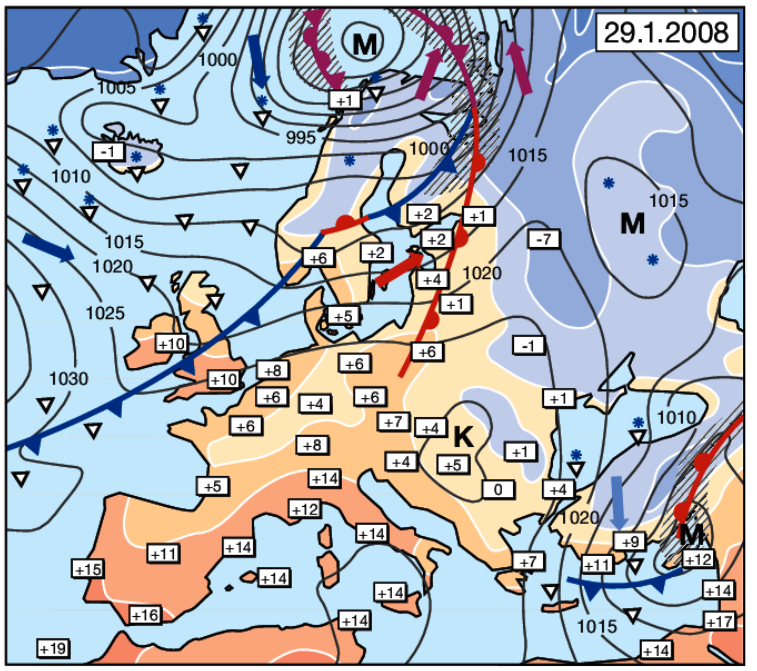


Esimerkki syklonin kulkureitistä

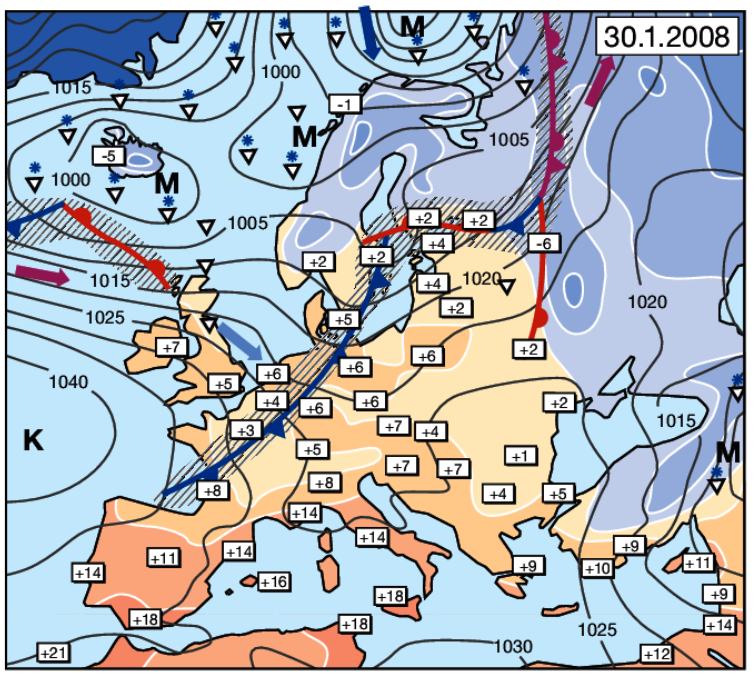
a.



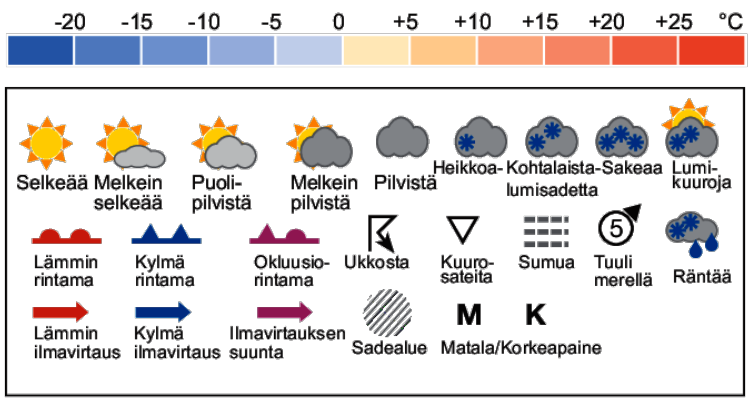
b.



c.



Sääennusteissa a–c näkyy syklonin kulku Pohjois-Euroopan yli.



Tiivistelmä

- Sää on lyhytaikainen ilmakehän tila.
- Polaaririntamassa lämmin ilmamassa tekee kielekkeitä kylmän ilmamassan alueelle, jolloin syntyy liikkuva matalapaine eli sykloni.
- Syklonin etureunassa on lämmin rintama ja takareunassa kylmä rintama.
- Okluusiorintamassa nopeammin liikkuva kylmä rintama on saanut lämpimän rintaman kiinni.
- Suihkuvirtaukset vaikuttavat syklonien kulkuun ja niiden äkilliset muutokset vaikeuttavat pitkäaikaisten sääennusteiden laadintaa.

Pohdittavaa

1. Miksi sääennusteet ovat tärkeitä?
2. Seuraa viikon ajan oman paikkakuntasi sääennusteita ja kirjaa ylös, kuinka hyvin ne pitivät paikkansa. Mieti syitä mahdollisiin virheisiin.

Lämpövyöhykkeet ja ilmastoalueet

Ecuador

On helppo ymmärtää, että Suomessa ja Amazonin alueella on erilaiset lämpöolot. Sijaitsevathan nämä alueet eri leveysasteilla: toinen pohjoisella napapiirillä ja toinen päiväntasaajalla. Mutta miksi Suomen ja Grönlannin eteläosan lämpötilat poikkeavat toisistaan, vaikka molemmat alueet sijaitsevat samalla leveysasteella? Alueen etäisyys päiväntasaajasta ei ole ainoa lämpötilaan ja ilmastoon vaikuttava tekijä.

Lämpövyöhykkeet johtuvat maapallon muodosta

Koska Maa on pallon muotoinen, maahan tuleva lämpösäteily jakautuu eri tavalla eri puolille maapalloa. Päiväntasaajan alueelle Auringon säteily osuu lähes kohtisuoraan. Mitä kauemmas päiväntasaajalta mennään, sitä vinommin Auringon säteily tulee maanpinnalle. Vinosti tulevan säteilyn energia jakautuu laajemmalle alueelle, ja siksi se lämmittää vähemmän kuin kohtisuora säteily. Napaseuduille säteily tulee kaikkein pienimmässä kulmassa.

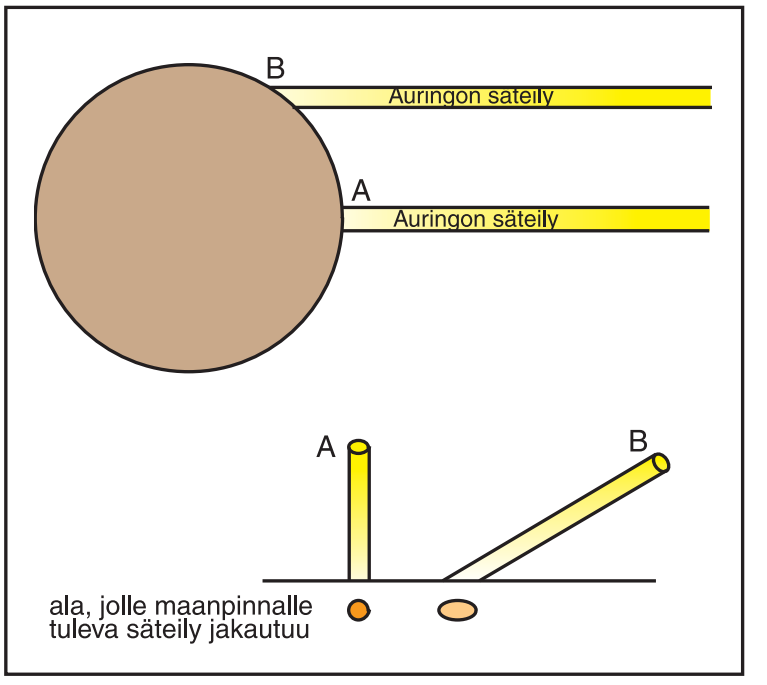
Navoille tuleva säteily joutuu kulkemaan pitkän matkaa ilmakehässä, jolloin säteilystä imeytyy il-

makehän molekyyleihin suurempi osa kuin päiväntasaajalla, missä matka ilmakehässä on lyhyempi. Tämä lisää osaltaan napa-alueiden kylmyyttä.

Maapallo voidaan jakaa **lämpövyöhykkeisiin** kuukausien keskilämpötilojen mukaan. Vyöhykkeiden rajoina toimivat **isotermit** eli saman lämpötilan käyrät. Lämpövyöhykkeet ovat kuuma eli **trooppinen**, lämmin eli **subtrooppinen**, **lauhkea** sekä **kylmä vyöhyke**. Tuulet ja merivirrat siirtävät päiväntasaajalta lämpöä navoille päin ja vastaavasti napa-alueiden kylmää ilmaa ja vettä virtaa kohti päiväntasaajaa.

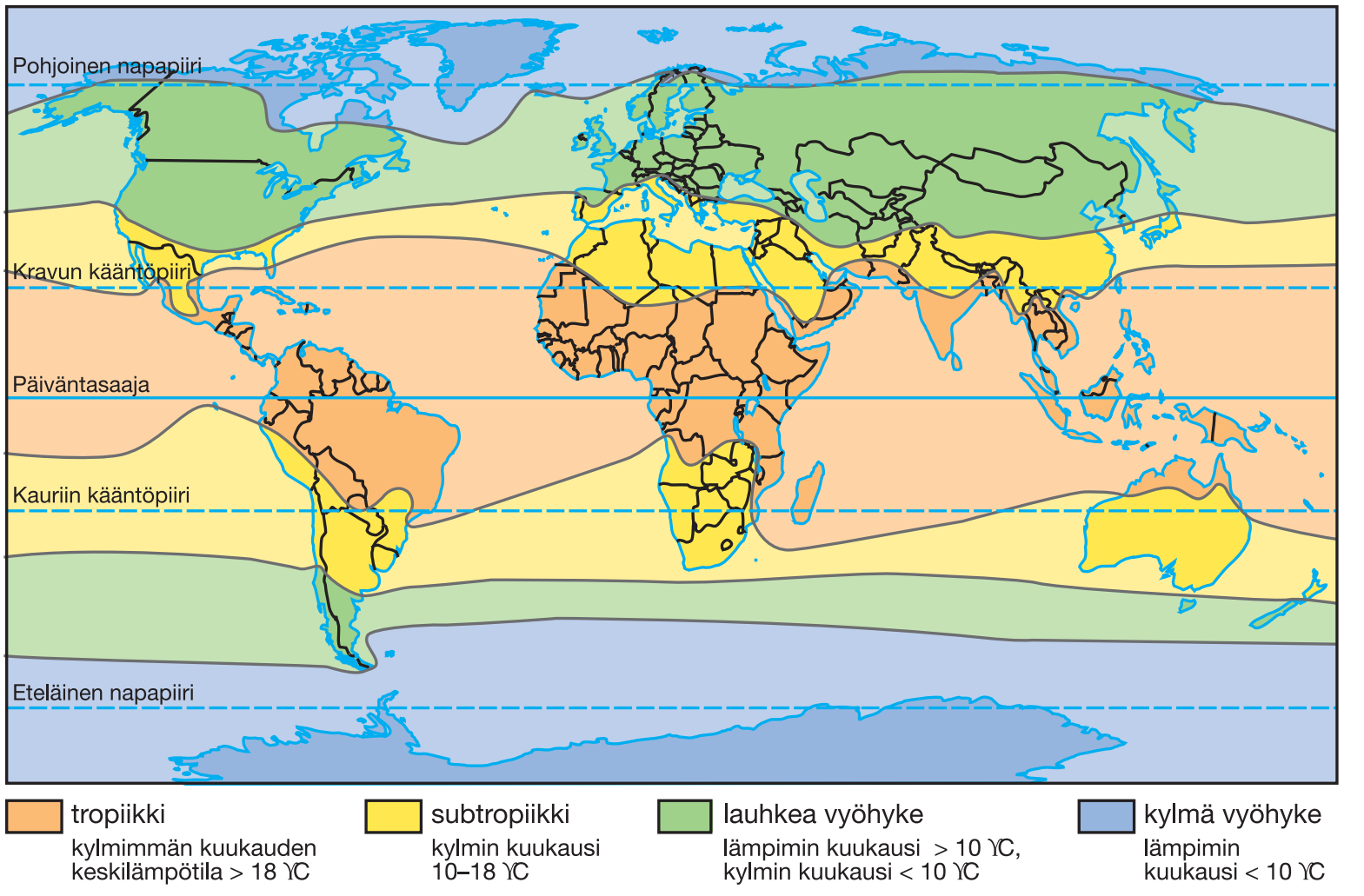
Eri alueiden lämpötiloihin vaikuttavat merien ja mantereiden jakautuminen maapallolla, mikä näkyy lämpövyöhykekartassa isotermien pohjois-eteläsuuntaisena aaltoiluna. Vesi tasaa vuodenaikaisia lämpötilaeroja, sillä vesi lämpenee ja jäähtyy hitaammin kuin maa. Manner lämpenee ja jäähtyy nopeasti, joten manneralueilla, esimerkiksi Keski-Aasiassa, talven ja kesän väliset lämpöti-

Auringon säteilyn tulokulman vaikutus



Kohtisuoraan tuleva säteily kohdistuu pienemmälle alueelle kuin vinosti tuleva säteily. Siksi se lämmittää enemmän.

Maapallon lämpövyöhykkeet



laerot ovat suuret. Tuulen vaikutus näkyy rannikoilla, sillä tuuli suuntautuu usein mereltä maalle. Siksi vuodenaikojen väliset lämpötilaerot ovat rannikoilla pienemmät kuin mantereiden keskiosissa.

Myös maanpinnan laatu vaikuttaa paikan lämpötilaan. Navoilla on paljon lunta ja jäätä, jotka heijastavat pois Auringon säteilyä, kun taas päiväntasaajan alueella on vettä ja kasvillisuutta, jotka imevät itseensä lämpöä.

Korkeus merenpinnasta vaikuttaa myös lämpötilaan. Ilman lämpötila laskee ylöspäin mentäessä noin 6 °C/km. Myös rinteen suunnalla on vaikutusta. Eteläinen, auringonpuoleinen rinne lämpenee päivällä enemmän kuin pohjoinen, varjonpuoleinen rinne. Paikallisesti lämpötilaan vaikuttavat myös pilvipeite, paikallistuulet sekä lämpöä imevät asfaltti- ja betonipinnat.

Ilmastot luokitellaan lämpötilan ja sademäärän mukaan

Ilmasto kuvaa pitkää ajanjaksoa, jonka aikana erilaiset säätilat vaihtelevat. Se määritellään yleensä 30 vuoden säähavaintojen kuukausi- ja vuosikeskiarvojen perusteella.

Lämpötila ja sademäärä ovat tärkeimmät tekijät maapallon alueiden ilmastoa kuvattaessa. Niiden vuotuisen vaihtelun mukaan maapallo voidaan jakaa erilaisiin **ilmastotyyppeihin**. Tietyn paikan ilmastoa kuvataan **ilmastodiagrammilla**, jossa kuukausien keskilämpötilat on kuvattu käyrällä ja sademäärät pylväillä.

Lämpötilan vuotuinen vaihtelu riippuu ennen kaikkea alueen etäisyydestä päiväntasaajalta. Lähellä päiväntasaajaa lämpötilan vaihtelu on vähäistä, mutta napoja kohti mentäessä kesän ja talven ero kasvaa. Lauhkealla ja kylmällä vyöhykkeellä lämpötilojen vuodenaikaisvaihteluun vaikuttaa myös sijainti mantereella tai meren läheisyydessä. **Mereisen ilmaston** alueella talven ja kesän lämpötilojen välillä eri ole suuria eroja ja ilmasto on melko kosteaa. **Mantereisen ilmaston** kesä- ja talvilämpötilat eroavat paljonkin toisistaan ja ilmasto on pääosin kuivaa.

Sademääriin eri alueilla vaikuttavat tuulet ja merivirrat sekä haihtuvan veden määrä, johon vaikuttaa alueen lämpötila ja kasvillisuus. Lämpimien merivirtojen lähellä olevilla rannikoilla on yleensä sateista ja kylmien merivirtojen lähellä olevilla rannikoilla kuivaa. Tuulet siirtävät mukanaan sekä lämpöä että kosteutta.

Ilmastoluokituksista yleisimmin käytetty on vuodelta 1900 peräisin oleva Köppenin ilmastoluokittelu (s. 72–73), jota on myöhemmin muokattu ja täydennetty. Ilmastonmuutos voi kuitenkin muuttaa ilmastoalueita ja -luokitteluja, sillä lämpötilat nousevat varsinkin pohjoisilla alueilla.

Tiivistelmä

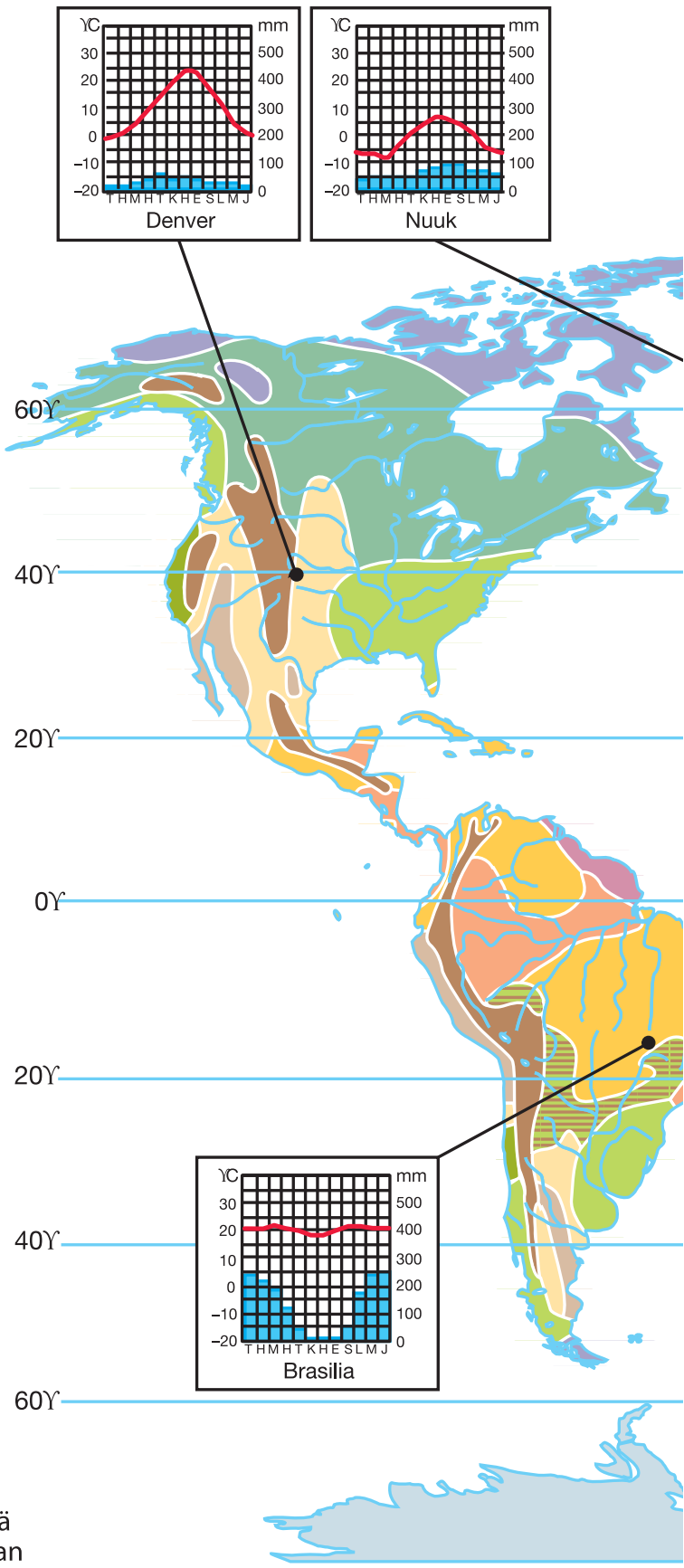
- Alueen lämpötilaan vaikuttavat Auringon säteilyn tulokulma ja säteilyn kulkema matka ilmakehässä, merien ja mantereiden jakautuminen, maanpinnan laatu sekä korkeus merenpinnasta.
- Maapallon lämpövyöhykkeitä ovat trooppinen, subtrooppinen, lauhkea ja kylmä vyöhyke.
- Ilmastot luokitellaan kuukausittaisten lämpötilojen ja sademäärien mukaan ilmastotyyppeihin.
- Tietyn paikan ilmastoa kuvataan kuukausittaisia lämpötiloja ja sademääriä kuvaavalla ilmastodiagrammilla.
- Yleisimmin käytetty ilmastojen luokittelujärjestelmä on Köppenin ilmastoluokittelu.
- Ilmastot voidaan luokitella mereisiin ja mantereisiin ilmastoihin lämpötilan vuodenaikaisen vaihtelun mukaan.

Pohdittavaa

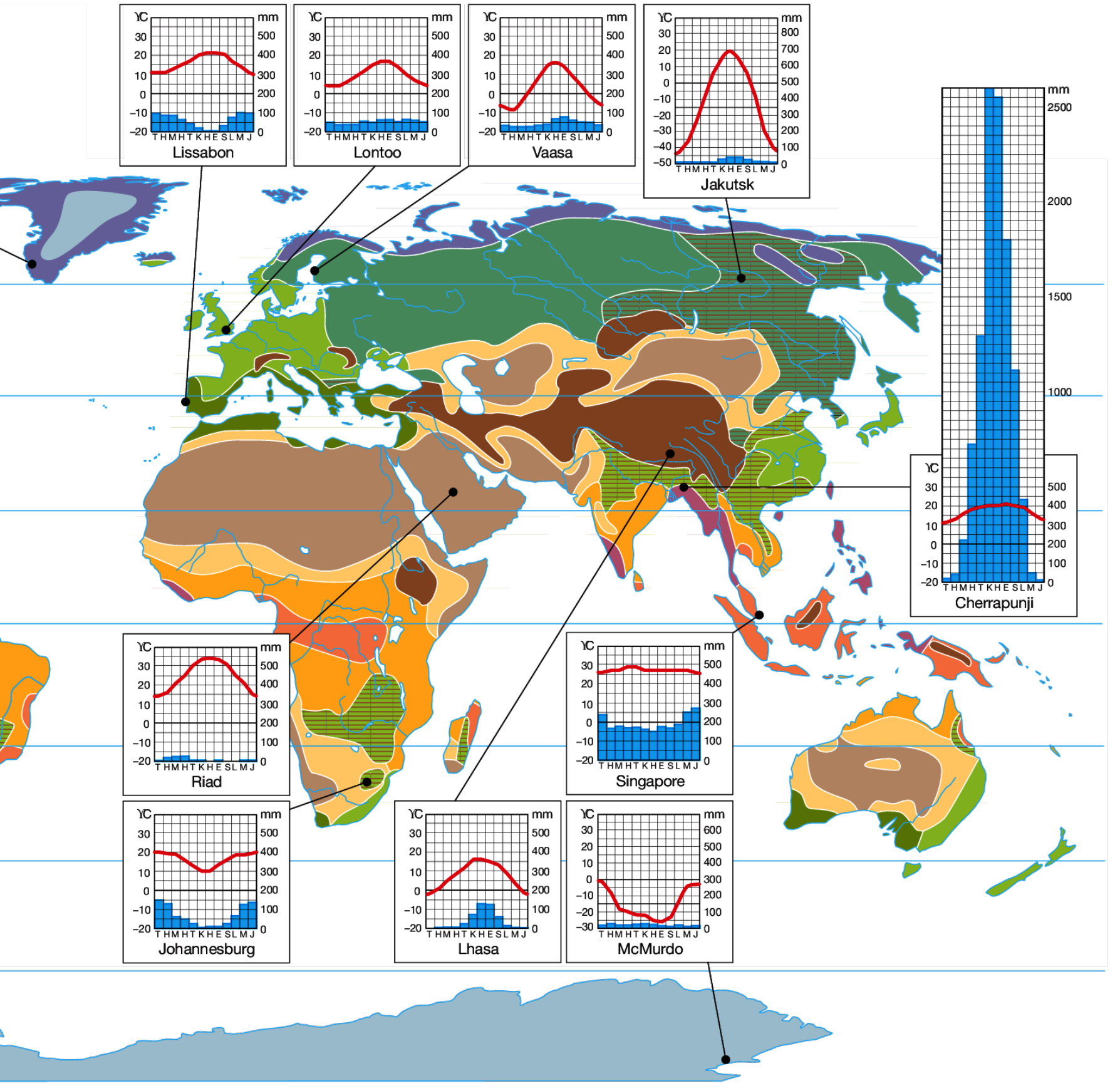
1. Miksi lämpövyöhykekartan isotermit ja Köppenin ilmastoluokkien rajat eivät ole yhteneväiset?
2. Mitä hyvää ja mitä huonoa on mielestäsi Suomen ilmastossa?
3. Pohdi, miten ilmastotyyppien rajat saattavat tulevaisuudessa muuttua.

Köppenin ilmastoluokittelu

	Ilmaston kuvaus	Kasvillisuus	Esimerkkipaikka
Trooppiset ilmastot			
sademetsäilmasto	sateita ympäri vuoden, lämmintä	sademetsä	Singapore
savanni-ilmasto	kostea kesä, kuiva talvi, lämmintä	savanni-kasvillisuus	Brasilia
monsuuni-ilmasto	runsaat monsuuni-sateet, kuiva kausi, lämmintä	sademetsä	Cherrapunji
Kuivat ilmastot			
aroilmasto	vähäinen sademäärä, vaihteleva lämpötila	aro-kasvillisuus	Denver
aavikkoilmasto	kuivaa, vaihteleva lämpötila	aavikko-kasvillisuus	Riad
Lauhkeat ilmastot			
kostean lauhkea	kohtalaisesti sateita, lauhkeaa (mereistä)	lehtimetsä	Lontoo
lauhkea, kuiva-talvinen	kostea kesä, kuiva talvi, lauhkeaa	ruohosto ja lehtipuut	Johannesburg
lauhkea, kuiva-kesäinen	kuiva kesä, talvisateet, lauhkeaa	nahkea-lehtiset puut	Lissabon
Lumi-ilmastot			
kosteatalviset	kylmä talvi, lauhkea kesä (mereinen)	havumetsä	Vaasa
kuivatalviset	kuiva ja kylmä talvi, lauhkea kesä (mantereinen)	havumetsä ja ruohosto	Jakutsk
Jääilmastot			
tundra	kylmä talvi, viileä kesä	tundra, ikirouta voi sulaa kesäisin pinnasta	Nuuk
ikuinen jää	kylmä talvi, kylmä kesä	ikuinen jää	McMurdo
vuoristoilmasto	vaihtelee korkeuden mukaan	vaihtelee korkeuden mukaan	Lhasa



Köppenin ilmastoluokittelu perustuu alueiden lämpötiloihin ja sademääriin sekä niiden vuodenaikaiseen vaihteluun. Ilmastot on jaettu pääsääntöisesti lämpötilan mukaan viiteen pääluokkaan. Lisäksi on oma luokka vuoristoille. Pääluokkia on edelleen jaettu alaryhmiin sademäärän mukaan. Luokittelussa on pyritty ottamaan huomioon myös kasvillisuuden esiintyminen eri alueilla.


°C
mm
T H M H T K H E S L M J
Lissabon
Lontoo
Vaasa
Jakutsk
Cherrapunji
Riad
Singapore
Johannesburg
Lhasa
McMurdo

Maapallon muuttuva ilmasto

Mitä yhteistä on jääkarhuilla ja Tuvalun saarivaltion asukkailla? Molempien elinympäristö uhkaa hävitä ilmastonmuutoksen seurauksena. Tuvalun asukkaat voivat muuttaa Uuteen-Seelantiin, jos merenpinta nousee ja peittää heidän kotisaarensa, mutta mihin jääkarhut voivat paeta, kun Jäämeren jääpeite sulaa?

Maahan saapuva ja Maasta poistuva säteily ovat tasapainossa

Auringon säteily sisältää useita aallonpituuksia: ultraviolettisäteilyä, näkyvää valoa ja infrapuna- eli lämpösäteilyä. Maahan tuleva lämpösäteily pitää yllä Maan pinnalla ja ilmakehässä vallitsevia lämpötiloja. Ilmakehän kaasut hidastavat lämmön poistumista Maasta avaruuteen niin, että maapallon keskilämpötila on nykyisin runsaat 15 °C. Ilman tätä ilmakehän kaasujen aiheuttamaa luonnollista **kasvihuoneilmiötä** keskilämpötila olisi vain noin –18 °C.

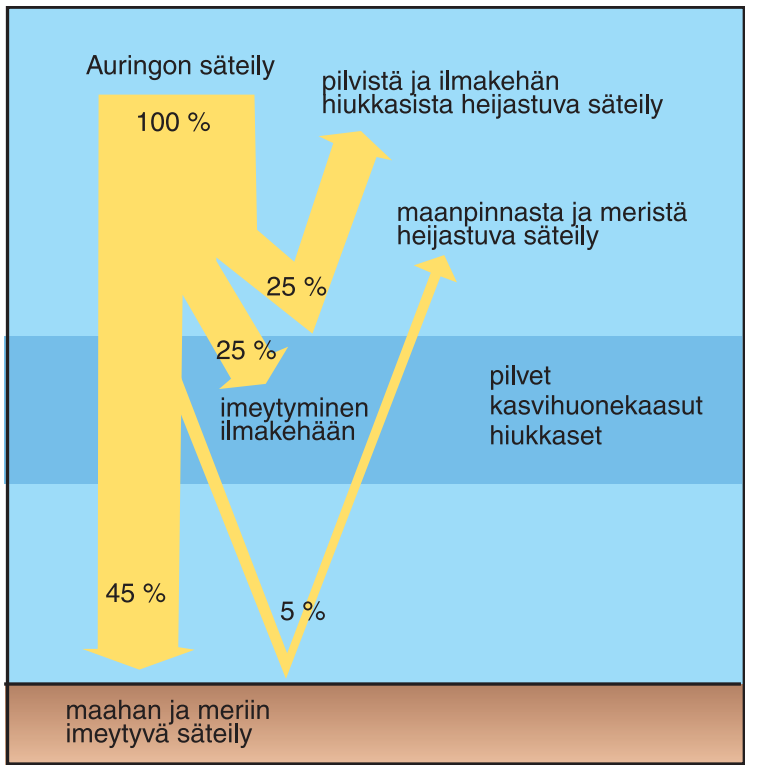
Kasvihuoneilmiö liittyy lämpösäteilyn erilaisiin aallonpituuksiin. Aallonpituus riippuu säteilyä lähettävän kappaleen lämpötilasta. Koska Auringon pintalämpötila on tuhansia asteita, se lähettää pääosin lyhytaaltoista lämpösäteilyä. Lyhytaaltoinen lämpösäteily pääsee hyvin ilmakehän läpi maanpinnalle. Maanpintaan ja vesistöihin imeytyvä eli absorboituva säteily lämmittää niitä. Lämmin maa ja vesi lähettävät myös lämpösäteilyä, mutta koska niiden lämpötila on paljon matalampi kuin Auringon pintalämpötila, Maasta lähtevä lämpösäteily on pitkäaaltoista. Tällainen säteily heijastuu suurelta osin takaisin ilmakehän alaosan **kasvihuonekaasuista**. Näin lämmön poistuminen maapallolta hidastuu.

Kasvihuonekaasuista merkittävimpiä ovat vesihöyry, hiilidioksidi, metaani ja typen oksidit. Vesihöyryn vaikutus on helppo huomata silloin, kun Auringosta tulevan säteilyn määrä on pieni – eli yöllä. Kun sää on selkeä ja ilmankosteus pieni, lämpöä pääsee säteilemään avaruuteen runsaasti, ja lämpötila voi pudota hyvinkin alas. Pilvisellä säällä tai kun ilmankosteus on muuten suuri, lämpötila ei ehdi laskea yöllä juuri lainkaan.

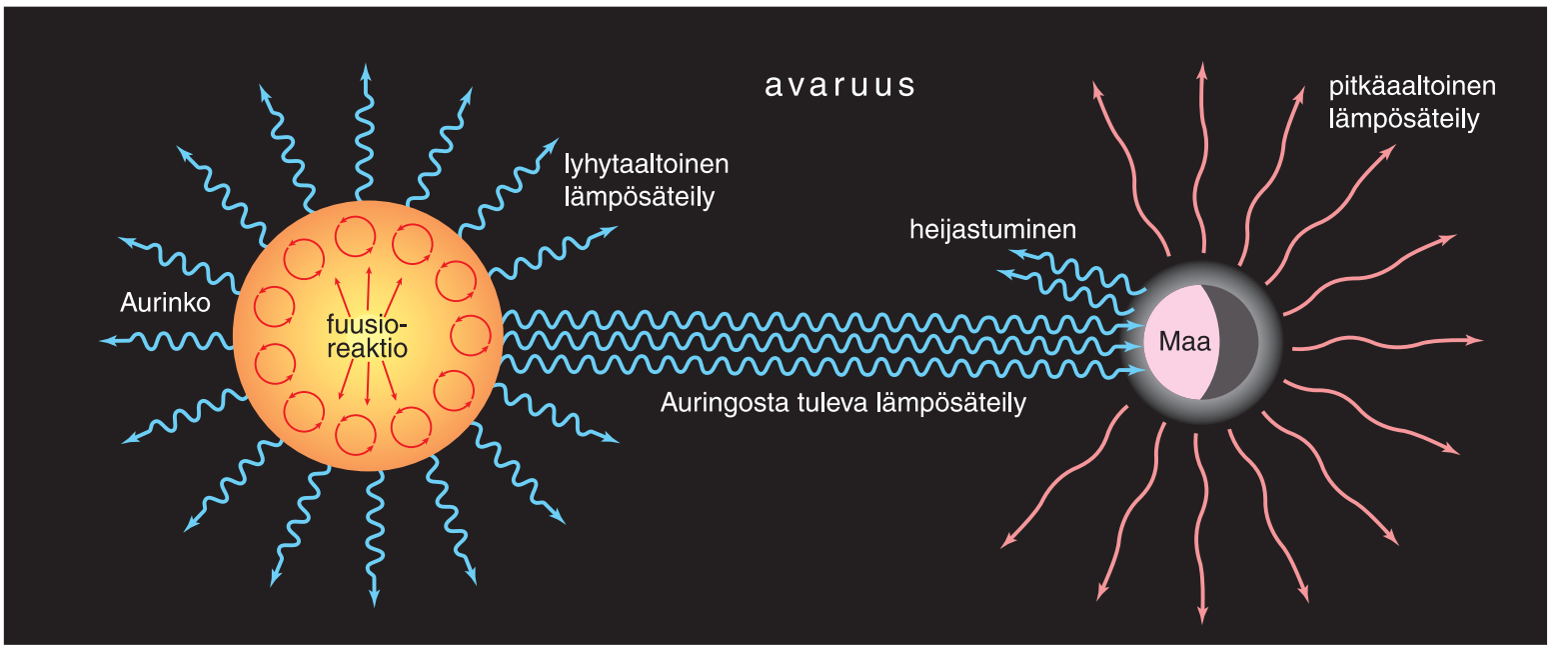
Todellisuudessa säteilyn kulku ilmakehässä ei ole aivan näin yksinkertaista. Osa Auringosta tulevasta säteilystä heijastuu pilvistä takaisin avaruuteen, osa törmää ilmakehän molekyyleihin ja hajaantuu eri suuntiin eli **siroaa**. Osa säteilystä absorboituu ilmakehään tai pilviin.

Maan pinnalle tulevasta säteilystä osa heijastuu takaisin ilmakehään. Heijastuneen säteilyn määrä riippuu maan- tai vedenpinnan laadusta. Vaaleat pinnat, kuten jää ja lumi, heijastavat runsaasti

Maapallolle tulevan Auringon säteilyn imeytyminen ja heijastuminen

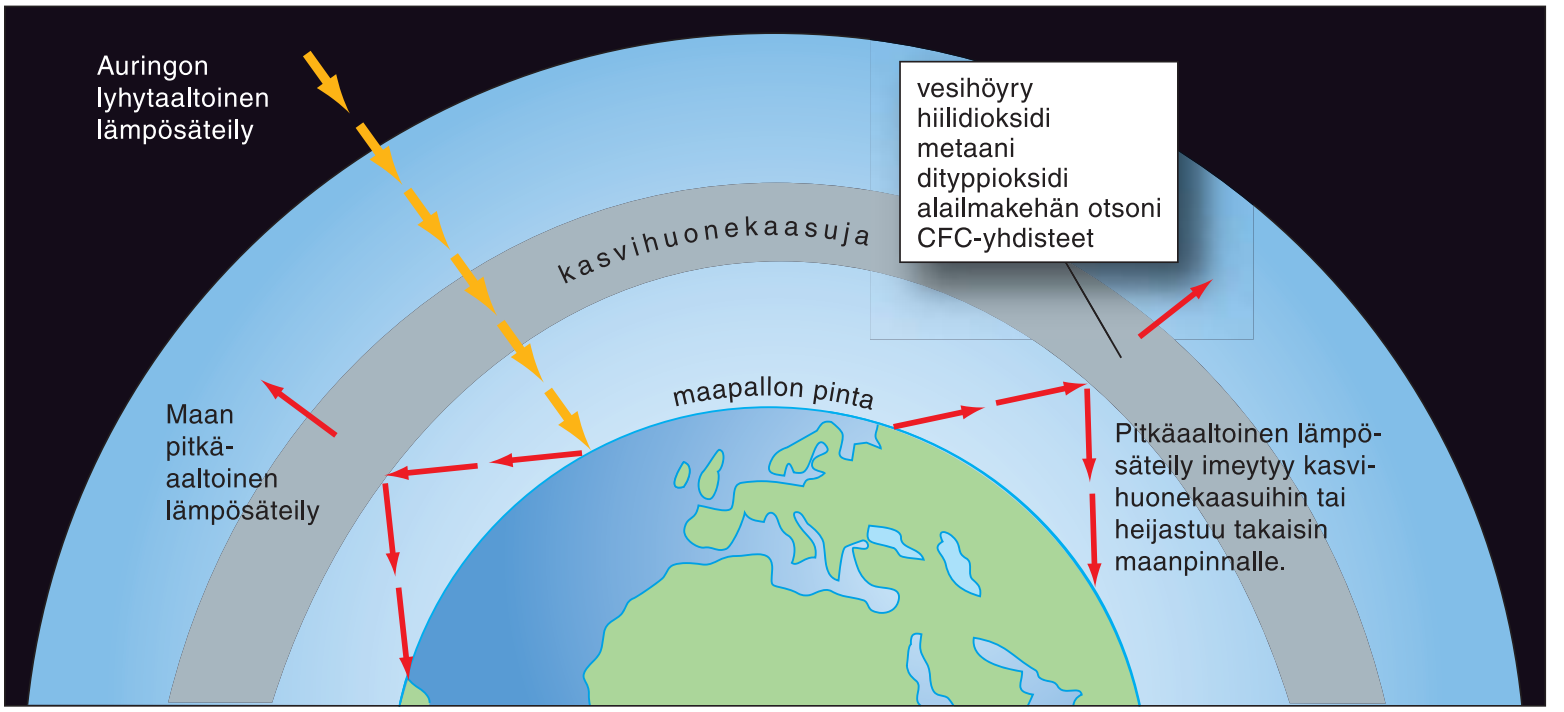


Maapallolle tuleva ja täältä poistuva lämpösäteily



Aurinko lähettää avaruuteen pääosin lyhytaaltoista säteilyä. Koska Maa on viileämpi kuin Aurinko, Maan lähettämä säteily on pitkäaaltoista.

Kasvihuoneilmiö



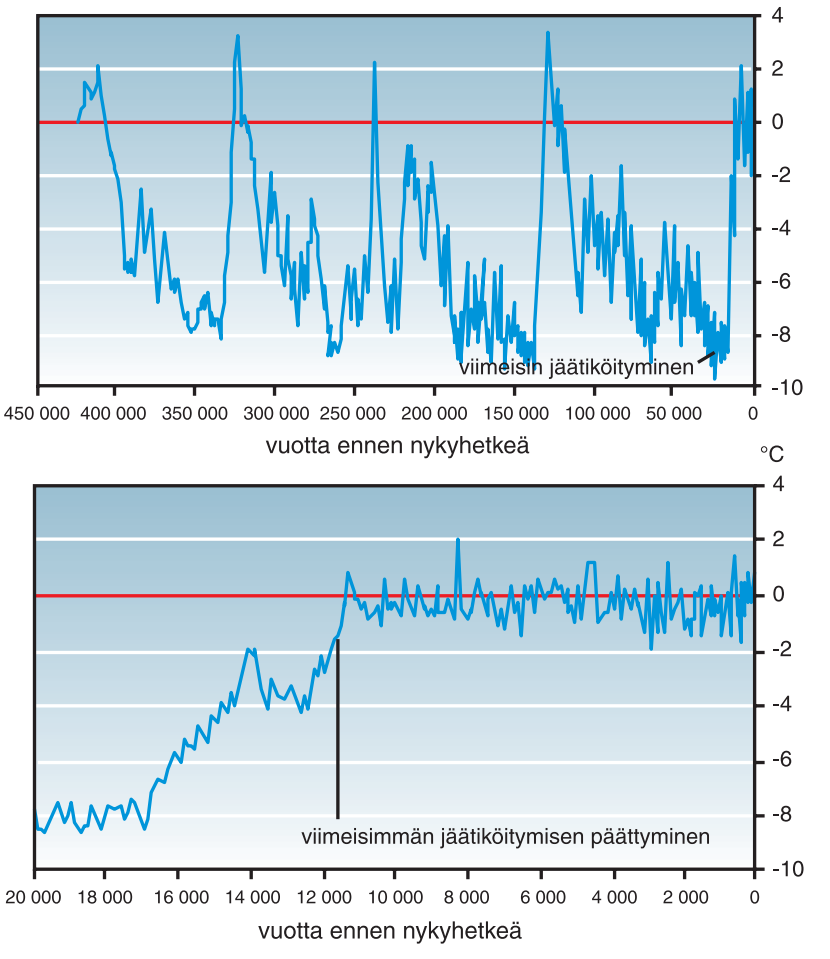
Auringosta tuleva lyhytaaltoinen säteily ja Maasta lähtevä pitkäaaltoinen säteily ovat tasapainossa. Ilmakehän kasvihuonekaasut heijastavat Maasta lähtevää pitkäaaltoista lämpösäteilyä ja nostavat maapallon lämpötilaa.

säteilyä. Heijastumisen määrä riippuu myös säteilyn tulokulmasta: vinosti tulevat säteet heijastuvat helpommin kuin suoraan maanpintaan tulevat säteet. Lämpöä siirtyy maasta ilmakehään myös säteilemällä ja johtumalla. Ilmakehässä lämpö voi siirtyä myös ilmavirtausten mukana. Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna maapallolle tuleva ja täältä lähtevä säteily ovat tasapainossa. Jos näin ei ole, maapallon lämpötila nousee tai laskee.

Maapallon ilmastoa muuttavat luonnolliset tekijät

Säteilytasapainossa on tapahtunut Maan historian aikana pieniä muutoksia, ja siksi Maan lämpötilassa ja sitä kautta ilmastossa on tapahtunut suuriakin vaihteluja. Säännöllisiä säähavaintoja on tehty vain viimeisten kahdensadan vuoden aikana. Sitä ennen tapahtuneista ilmastomuutoksista on kuitenkin saatu epäsuoria todisteita puiden vuosilustoista, järvien ja merien pohjaan kertyneistä maakerroksista sekä Etelämantereen ja Grönlannin jäätikkökairauksista. Maapallon lämpötilan vaihteluihin ovat vaikuttaneet pääosin Maan sijainti ja asento Aurinkoon nähden, laattaliikunnot, tulivuoritoiminta ja merivirrat sekä

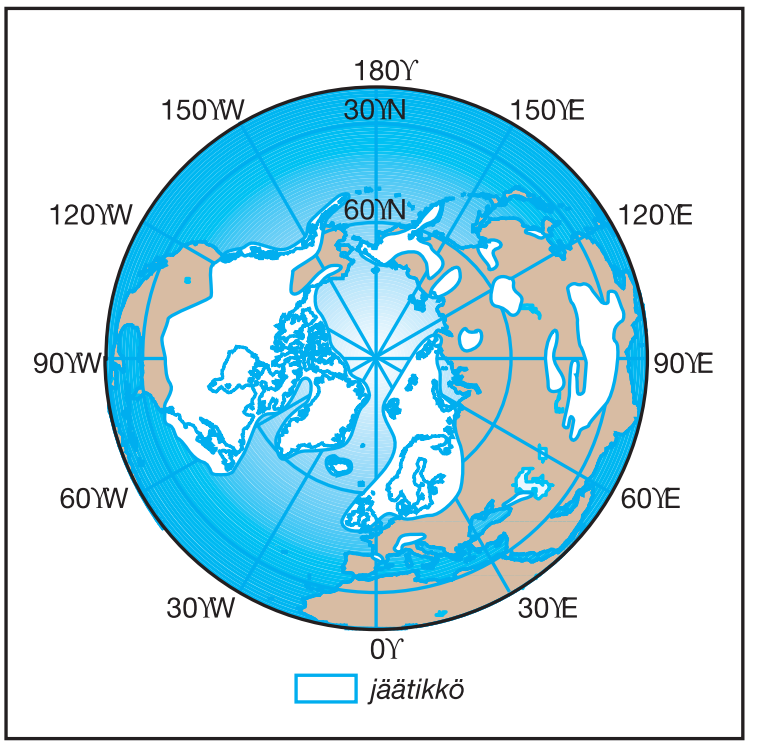
Maapallon keskilämpötilojen poikkeama vuosien 1960–1990 keskiarvosta



Maapallolla on ollut useita jääkausia ja lämpökausia. Viimeisin jäätiköityminen päättyi noin 11 000 vuotta sitten. Lämpötila-arviot perustuvat Etelämantereen jäätiköistä tehtyihin mittauksiin. Vertailuarvona (punainen viiva) on käytetty vuosien 1960–1990 lämpötilojen keskiarvoa.

Maapallon ilmastomuutoksista saadaan tietoa Etelämantereen ja Grönlannin jääkairauksissa otetuista näytteistä.

Jäätiköiden laajuus 20 000 vuotta sitten



Puiden vuosirenkaiden avulla voidaan tutkia ilmastossa tapahtuneita muutoksia.

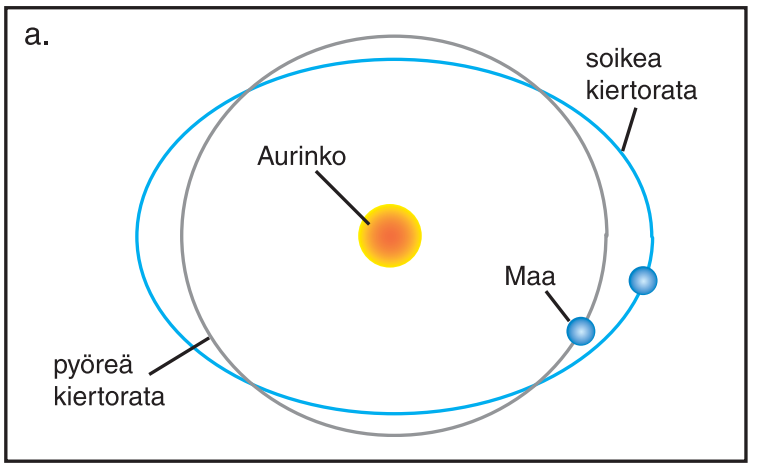
jonkin verran myös Auringon aktiivisuus eri aikoina.

Maan kiertoliikkeellä ja asennolla Aurinkoon nähden on suuri merkitys pitkäaikaisissa maapallon lämpötilojen vaihteluissa. Maapallolla on ollut sekä täysin jäättömiä **lämpökausia** että viileämpiä **jääkausia**. Jääkauden aikana talvi on pitkä, minkä vuoksi talvella kertynyt lumi ja jää eivät ehdi sulaa lyhyen kesän aikana. Silloin varsinkin suurilla manneralueilla jäätä alkaa kertyä, ja alkaa jäätiköitymiskausi eli **glasiaalikausi**. Viimeisimmän miljoonan vuoden aikana maapallolla on ollut useita jäätiköitymiskausia. Viimeisin jäätiköityminen loppui noin 10 000 vuotta sitten ja elämme nyt jääkauden aikaista lämpimämpää **interglasiaalikautta**. Arkikielessä tästä viimeisimmistä jäätiköitymisestä käytetään yleisesti nimitystä jääkausi. Jää- ja lämpökausien syntyyn ovat vaikuttaneet voimakkaasti myös laattaliikunnot, jotka puolestaan vaikuttavat merivirtojen kulkuun ja sitä kautta maapallon eri osien lämpötiloihin.

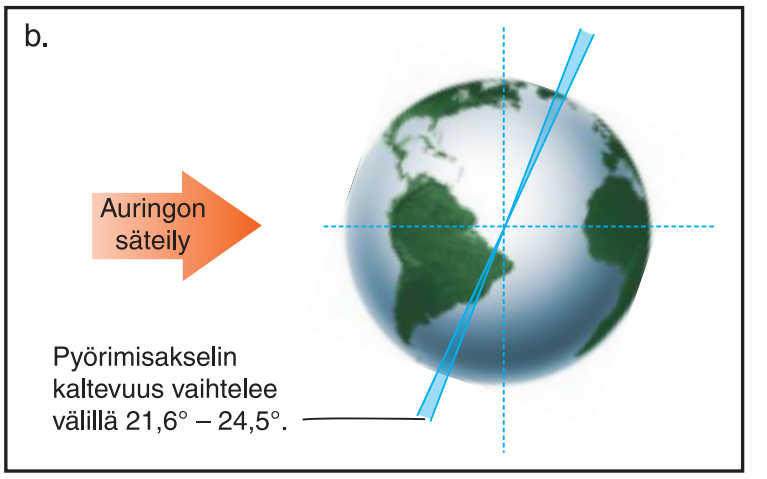
Lyhytaikaisempia muutoksia maapallon ilmastoon ja lämpötiloihin ovat aiheuttaneet tulivuorenpurkaukset. Niissä voi purkautua ilmakehään suuria määriä tuhkaa, pölyä ja erilaisia kaasuja, jotka estävät Auringon säteilyä pääsemästä Maahan. Tällöin ilmasto ensiksi jäähtyy. Myöhemmin, kun ilmaan päässeet hiukkaset satavat alas, purkauksista ilmakehään päässyt hiilidioksidi puolestaan saa aikaan ilmaston lämpenemisen.

Myös Auringon aktiivisuuden on arveltu vaikuttavan Maan lämpöoloihin. Auringolla on noin kymmenen vuoden välein aktiivisuuskausia, jotka ilmenevät voimakkaina auringonpilkkujen määrän lisääntymisenä sekä aurinkotuulina. Viimeisten tuhannen vuoden aikana nämä Auringon aktiivisuuskausien vaihtelut ovat sopineet melko hyvin yhteen maapallon lämpötilojen lyhytaikaisen vaihtelun kanssa.

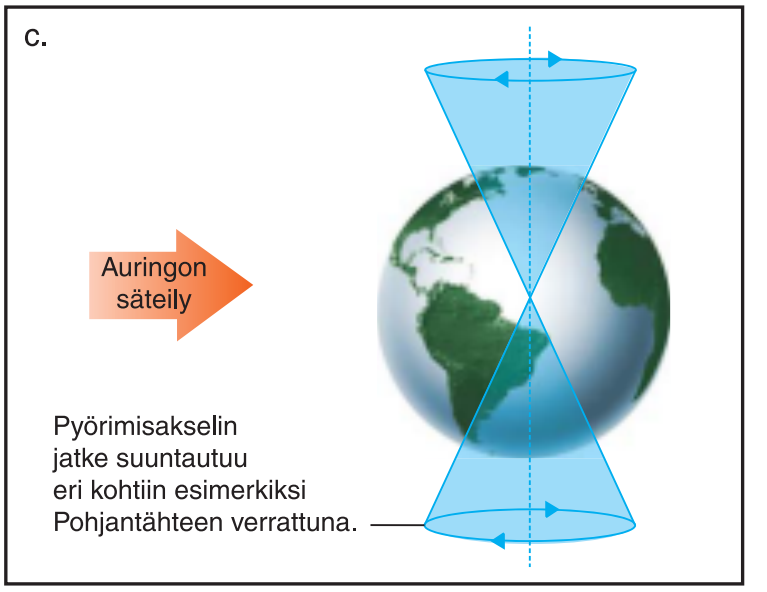
Maapallon kiertoliikkeiden ja akselikulman muutokset



Maapallon kiertorata Auringon ympäri vaihtelee soikeasta lähes pyöreään 100 000 vuoden jaksoissa. Kun rata on soikeimmillaan, vuodenaikojen lämpötilaerot ovat suuret. Nyt rata on pyöristymässä.



Maapallon akselikulma muuttuu 41 000 vuoden jaksoissa. Tällä hetkellä kaltevuus on pienenemässä. Kun kaltevuus on suuri, vuodenaikojen väliset erot ovat suuret.



Maan akseli tekee hyrräliikettä. Yhteen kierrokseen kuluu aikaa noin 23 000 vuotta. Nykyisin Maa on lähinnä Aurinkoa pohjoisen pallonpuoliskon talven aikana, mutta noin 13 000 vuoden kuluttua Maa tuleekin lähemmäs Aurinkoa pohjoisen kesän aikana.

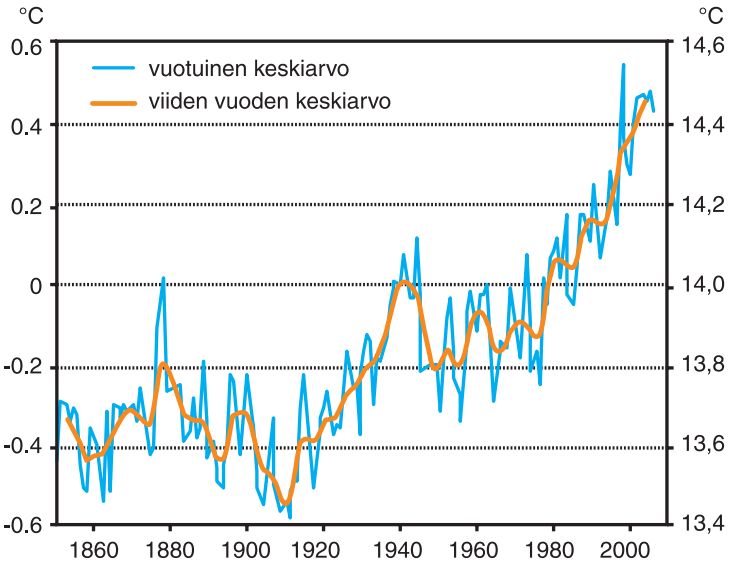
Kun kuvissa a–c esitetyt jaksot osuvat samaan aikaan, maapallo viilenee tai vastaavasti lämpenee. Kun Maan kiertorata on soikeimmillaan, Maan akselikulma on pienimmillään ja Maa on vielä kauimpana Auringosta pohjoisen pallonpuoliskon kesän aikana, jäätiköityminen voi alkaa.

Ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos on nopea

Pohjoisella pallonpuoliskolla vallinneen viimeisimmän jäätiköitymisen jälkeen ilmasto ensin lämpeni huomattavasti, mutta noin kuusituhatta vuotta sitten ilmasto alkoi uudelleen jäähtyä. Sen jälkeen maapallolla on ollut lyhyempiä lämpimiä jaksoja, mutta lämpötila ei ole enää kohonnut yhtä korkealle kuin jäätiköitymisen lopulla. Noin tuhat vuotta sitten keskiajalla oli pohjoisella pallonpuoliskolla lämpimämpi kausi. Silloin Lounais-Suomessa oli laajoja tammimetsiköitä ja havupuuraja kulki nykyistä pohjoisempana. Sen jälkeen ilmasto taas viileni. Vuosina 1500–1860 oli kylmä ajanjakso, jota kutsutaan pieneksi jääkaudeksi. Sen jälkeen maapallon lämpötila on jatkuvasti noussut.

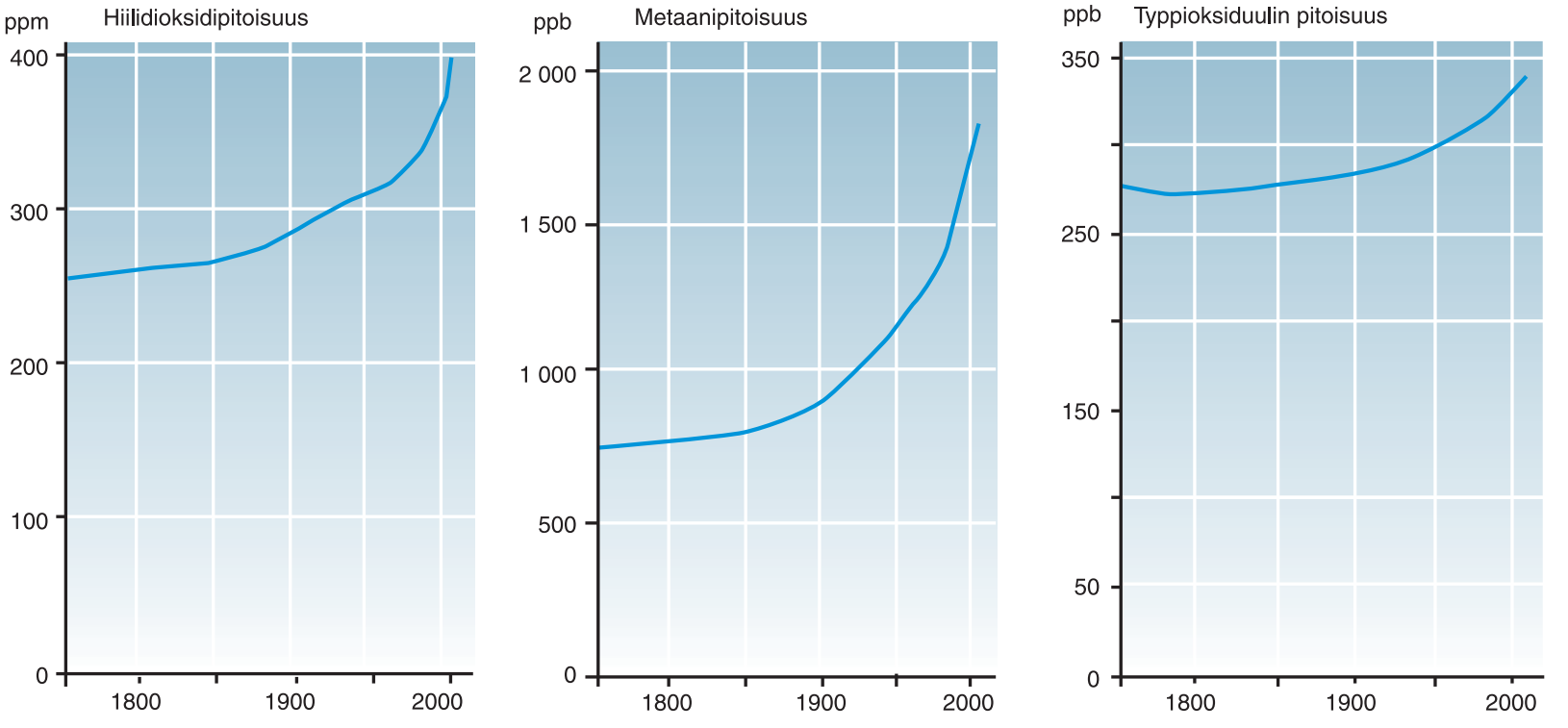
Viimeisten sadan vuoden aikana tapahtuneen maapallon lämpötilan nousun on aiheuttanut pääosin ihmisen toiminta. Maapallon keskilämpötila on noussut 1850-luvulta nykypäivään lähes asteella. Ihmisen tuottamien kasvihuonepäästöjen aiheuttama **kasvihuoneilmiön voimistuminen** on kiihtynyt varsinkin 1950-luvun jälkeen. Kasvihuonekaasuja on nyt ilmassa enemmän kuin koskaan edellisten 650 000 vuoden aikana. Tapahtumasta käytetään yleisemmin nimitystä **ilmastonmuutos**.

Maapallon keskilämpötila 1850–2007



Maapallon lämpötila on noussut teollistumisen myötä. Vasemman reunan asteikossa on kuvattu eroa vuosien 1960–1990 ilmastollisen vertailukauden keskiarvoon.

Hiilidioksidin, metaanin ja typpioksiduulin pitoisuuksien vaihtelu ilmakehässä 1750–2005



Metaanin ja typpioksiduulin pitoisuudet on ilmoitettu tilavuuden miljardisosina (ppb).

Ihmisen toiminta on lisännyt ennen kaikkea hiilidioksidin, metaanin ja typpioksiduulin määriä alailmakehässä. Hiilidioksidin määrä ilmakehässä on noin 400 ppm (tilavuuden miljoonasosia), kun se ennen teollistumisen aikaa oli noin 300 ppm. Metaanin määrä on samana aikana yli kaksinkertaistunut. Myös CFC-yhdisteiden ja alailmakehän otsonin määrät ovat lisääntyneet.

Hiilidioksidin lisääntyminen ilmakehässä johtuu pääosin teollisuuden, liikenteen ja asutuksen fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Hiiltä sitovien ekosysteemien eli **hiilinielujen**, esimerkiksi trooppisten metsien, määrä on samanaikaisesti vähentynyt. Metaani ja typpioksiduuli ovat suurelta osin peräisin maatalouden päästöistä.

Ihmisen toiminta voi myös toisaalta viilentää ilmakehää, sillä ilmakehään päässeet pienet hiukkaset heijastavat Auringon säteilyä takaisin avaruuteen. Tehokkailla suodattimilla pienhiukkasten määrää on kuitenkin saatu vähennettyä varsinkin teollisuusmaissa. Pienhiukkasten viilentävä vaikutus on sitä paitsi hyvin pientä verrattuna kasvihuonekaasujen lämmittävään vaikutukseen.

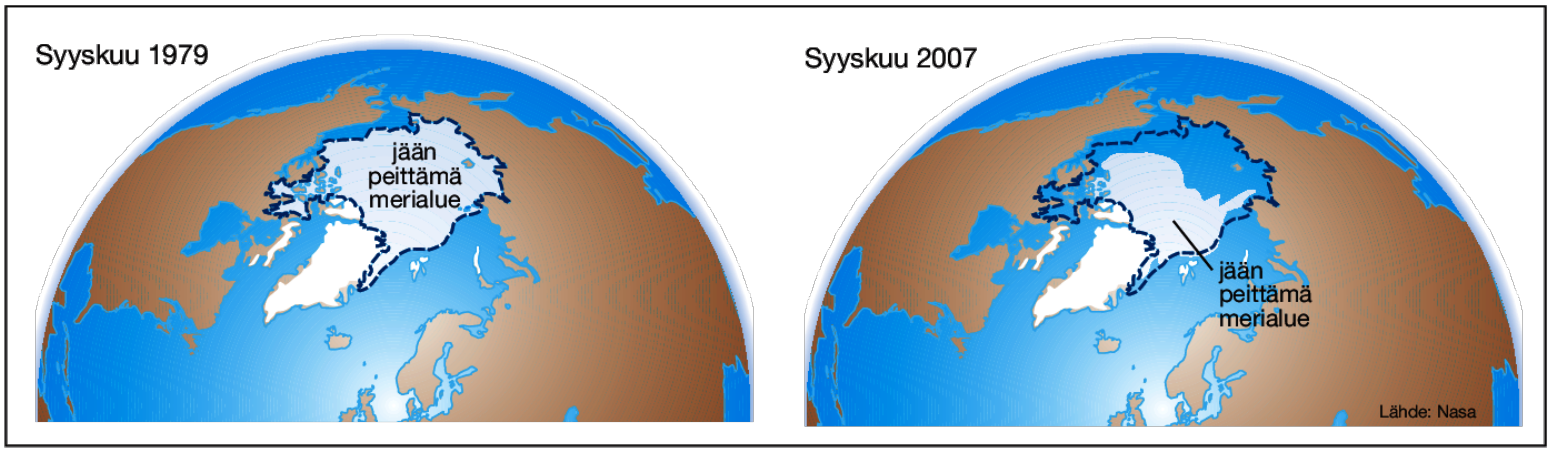
Lämpötilan kohoaminen nostaa merenpintaa. Syynä ovat meriveden lämpölaajeneminen ja vuoristojäätiköiden sekä Grönlannin ja Etelämantereen mannerjäätiköiden vähittäinen sulaminen. Lämpötilamuutokset vaikuttavat myös maapallon eri alueiden sademääriin, tuuliin sekä erilaisten sään ääri-ilmiöiden, kuten kuivuuden, helleaaltojen, rankkasateiden ja trooppisten pyörremyrskyjen, esiintymiseen. Myös ekosysteemeissä tapahtuu muutoksia. Kasvi- ja eläinlajit levittäytyvät kohti napoja ja vuoristojen lakialueita. Pohjoisella pallonpuoliskolla kevään tulon merkit, esimerkiksi lintujen kevätmuutto, ovat aikaistuneet.

Jos kasvihuonepäästöjä ei nopeasti vähennetä, maapallon lämpeneminen vain kiihtyy. Vaikka kasvihuonepäästöjä saataisiin vähennettyä nykyi-

Ihmisen toiminta lisää kasvihuonekaasuja.

sestä, ilmasto jatkaisi lämpenemistään todennäköisesti vielä vuosisatoja, noin 0,1 °C vuosikymmenessä. Ilmastonmuutoksen vaikutukset lämpötilaan ja sademääriin ovat suurimmat mantereilla ja pohjoisilla napa-alueilla. Vaikutukset ihmisen toimintaan vaihtelevat kunkin alueen sopeutumiskyvyn mukaan. Erittäin haavoittuvia ovat köyhät kehitysmaat, sillä ne sijaitsevat alueilla, joilla ilmastonmuutos heikentää maatalouden edellytyksiä erityisen voimakkaasti.

Jäämeren merijääalue vuosina 1979 ja 2007



Kesäaikainen merijään sulaminen on voimistunut arktisella alueella. Katkoviiva kuvaa pysyvän jään peittämää merialuetta kesän 1979 lopulla.

Tiivistelmä

- Maahan tulee Auringosta lyhytaaltoista lämpösäteilyä. Vastaavasti Maasta poistuu lämpöä avaruuteen pitkäaaltoisena lämpösäteilynä.
- Kasvihuoneilmiössä Maan lähettämästä pitkäaaltoisesta lämpösäteilystä osa heijastuu ilmakehän kaasuista takaisin ja lämmittää maanpintaa.
- Merkittävimpiä kasvihuonekaasuja ovat vesihöyry, hiilidioksidi, metaani ja typen oksidit.
- Maapallon luontaisiin lämpötilojen vaihteluihin ovat vaikuttaneet pääosin Maan sijainti ja asema Aurinkoon nähden, mannerliikunnot, tulivuoritoiminta sekä Auringon aktiivisuuden muutokset.
- Ihmisen toiminta on lisännyt kasvihuonekaasujen määrää ja nostanut maapallon lämpötilaa erityisesti teollistumisen jälkeen.
- Lämpötilan nousu maapallolla aiheuttaa merenpinnan nousua, ekosysteemien muutoksia ja sään ääri-ilmiöiden yleistymistä.

Pohdittavaa

1. Pohdi diagrammeissa näkyvien maapallon lämpötilamuutosten syitä.
2. Mitä itse voisit tehdä kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi?

Havainnoi itse ilmanpainetta, tuulia ja pilviä

Ilmanpainetta voit tarkkailla ilmanpainemittarilla. Matalapaineen lähestyessä ilmanpaine laskee, pilvisyys lisääntyy, tuuli usein voimistuu, sen suunta kääntyy ja alkaa sataa. Vastaavasti korkeapaineen lähestyessä ilmanpaine nousee ja sää kirkastuu. Voimakas ilmanpaineen muutos ennakoi nopeaa säänmuutosta. Tuulen suunnasta voit päätellä ilmanpainealuiden sijainnin. Kun seisot selkä vastatuuleen, matalapaine on etuvasemmalla ja korkeapaine oikealla.

Säätilan muutoksia voit päätellä seuraamalla alimpien pilvien liikkeitä eli alatuulia sekä ylempien ja keskipilvien liikettä eli ylätuulia. Jos alatuulet ovat samansuuntaisia tai vastakkaisia kuin ylätuulet, säätilassa ei tapahdu välitöntä muutosta. Jos selkä alatuulta vasten seisoessasi ylätuuli tulee vasemmalta matalapaineen puolelta, on odotettavissa sateita. Jos ylätuuli tulee oikealta, on odotettavissa poutaa.

Pilviä havainnoimalla voit päätellä eri rintamien etenemistä. Kun lämmin rintama lähestyy, alkaa aluksi muodostua yläpilviä, jalaspilviä (*Cirrus*). Ne tihenevät harsopilveksi (*Cirrostratus*), jotka edelleen tihenevät verhopilviksi (*Altostratus*). Niiden jälkeen muodostuukin paksu sadepilvi, jonka sateet ovat tasaisia ja pitkäaikaisia. Kylmän rintaman pilvivyöhyke on kapeampi ja pilvien kehitys nopeampaa. Sateet ovat kuurottaisia ja lyhytaikaisia, tuulet puuskaisia ja ukkosia esiintyy usein.

Aurinkoisina kesäpäivinä ilman pystyvirtaukset aiheuttavat taivaalle pieniä kumpupilviä (*Cumulus*), jotka iltapäivällä häviävät. Jos ilmakehän kosteus lisääntyy, ne voivat kasvaa kuuro- ja ukkospilviksi (*Cumulonimbus*). Ukkospilven tunnistaa pilven yläosaan muodostuneesta leveästä yläosasta, alasimesta. Nämä ukkoset ovat lämpöukkosia, jotka kiertävät vesialueita, sillä viileän vesipinnan yläpuolelle ei synny nousuvirtauksia. Sen sijaan kylmän rintaman ukkosia esiintyy myös vesialueilla. Jos aamulla on taivaalla hahtuvapilviä (*Altocumulus coccus*) tai valliharjapilviä (*Altocumulus castellanus*), kehittyy päivällä sade- ja ukkoskuuroja.

Myös lintujen lentoa havainnoimalla voi yrittää päätellä säämuutoksia. Sateen tuloa on vanhastaan ennakoitu lintujen lentämisestä matalalla. Linnut käyttävät selkeän sään nousuvirtauksia hyödyksi lentäessään ja pyrkivät välttämään matalaa ilmanpainetta. Huonolla säällä nousuvirtauksia ei muodostu, joten linnut oleilevat lähellä maanpintaa. Myös hyönteisiä on maanpinnan lähellä tällöin enemmän.

Untuvapilven alalaji, jalaspilvi (*Cirrus*)

Kumpupilvi (*Cumulus*)

Kuuro- ja ukkospilvi (*Cumulonimbus*)

6 Kasvillisuus

Baobab-puita, Madagaskar

Maaperä ja maannos

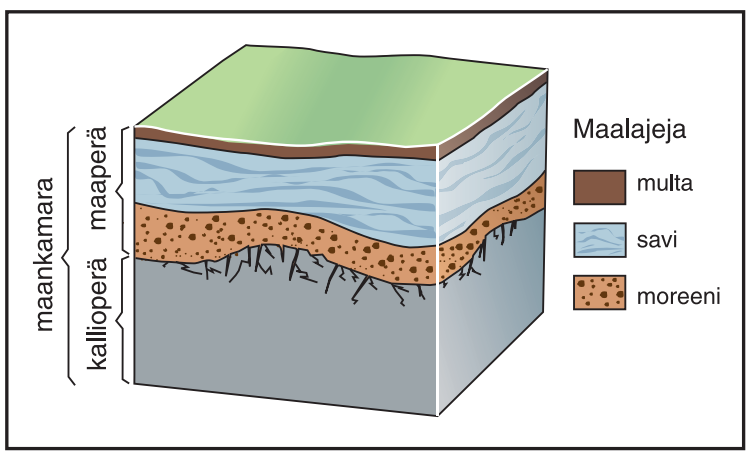
Kuiva maissipelto, Minnesota, Yhdysvallat

Emme voi syödä maaperää, mutta ilman maaperää meillä ei olisi syötävää. Maanviljely onnistuu vain, jos maaperä on hyvässä kunnossa ja siitä pidetään huolta. Liian voimaperäinen viljely voi johtaa eroosioon, suolaantumiseen, ravinteiden loppumiseen tai maaperän myrkyttymiseen. Kestävä maanviljely on ennen kaikkea maaperän kunnosta huolehtimista.

Maaperä koostuu maalajeista

Maaperäksi kutsutaan maankamaran ylintä osaa, joka koostuu irtaimesta maa-aineksesta. Maaperän alla on kiinteästä kivestä koostuva **kallioperä**. Suurimmassa osassa maapalloa maaperän ja kallioperän välinen raja on epämääräinen, koska kallioperän pinnasta irtoaa **rapautumalla** kiviainesta. Sen sijaan Suomessa maaperän ja kallioperän raja on jyrkkä, koska viimeisimmän jäätiköitymisen aikana mannerjää irrotti kallioperän pinnasta pois lähes kaiken rapautuneen aineksen. Jäätiköi-

Maaperä ja kallioperä



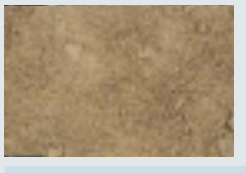
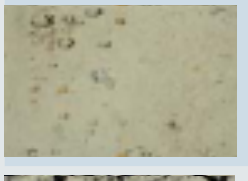
Kallioperän päällä olevaa irtainta maata kutsutaan maaperäksi. Maaperä voi koostua useasta eri maalajista.

tymisestä on geologisessa mielessä niin lyhyt aika, että kallioperän pinta ei ole ehtinyt sen jälkeen vielä kovin paljon rapautua.

Kallioperän rapautumisen tuloksena syntyvää ainesta kutsutaan **kivennäismaaksi**. **Kivennäismaalajeja** ovat esimerkiksi moreeni, hiekka, sora ja savi. Moreenia muodostuu, kun liikkuva jäätikkö murskaa kallioperän pintaa niin, että syntyy erikokoisista särmikkäistä kivistä ja kivipölystä koostuva seos. Hiekkaa, soraa ja savea syntyy, kun virtaava vesi lajittelee raekooltaan erilaisia aineksia. Kun kivet kulkevat virran mukana, niiden terävät särmät pyöristyvät.

Yleensä maaperä sisältää myös maatunutta eloperäistä ainesta eli **humusta**. Humus on peräisin kuolleista kasveista ja eläimistä sekä eläinten ulosteista. Maalajeja, joissa on eloperäisiä aineita, ovat esimerkiksi multa, turve, kangashumus, muta ja lieju. Niitä kutsutaan **eloperäisiksi** eli **orgaanisiksi maalajeiksi**.

Lajittuneiden kivennäismaalajien luokittelu

	Maalaji	Raekoko (mm)
	sora	2–20
	hiekka	0,2–2
	hieta	0,02–0,2
	hiesu	0,002–0,02
	savi	< 0,002

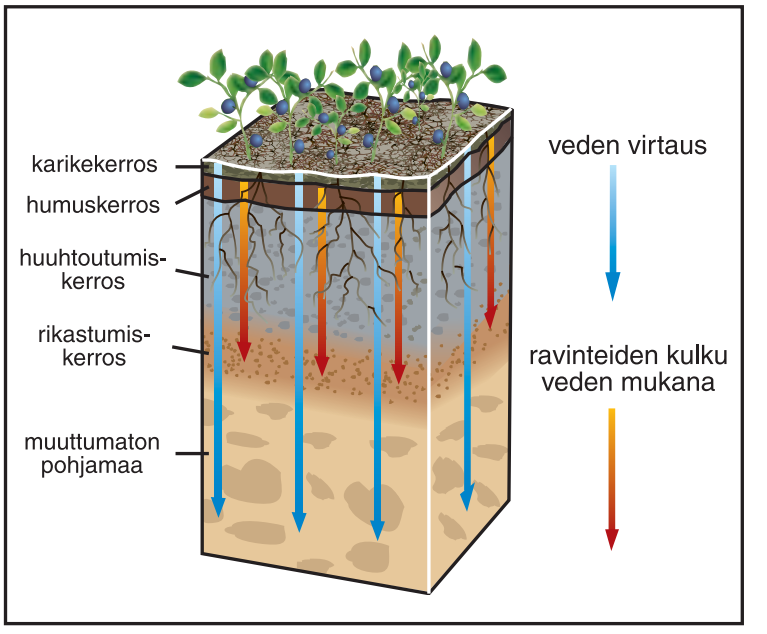
Maannokset muodostuvat ilmaston ja kasvillisuuden vaikutuksesta

Maaperän pintaosassa on usein havaittavissa eriväriä kerroksia. Tällaista kerroksellista rakennetta kutsutaan **maannokseksi**. Maannoksen paksuus on yleensä 1–2 metriä, mutta joskus se voi ulottua useiden metrien syvyyteen. Maannoksen muodostuminen on hidas tapahtuma, johon voi kulua jopa tuhansia vuosia. Siihen vaikuttavat ennen kaikkea maaperässä tapahtuvat veden pystysuorat liikkeet, lämpötila ja kasvillisuus.

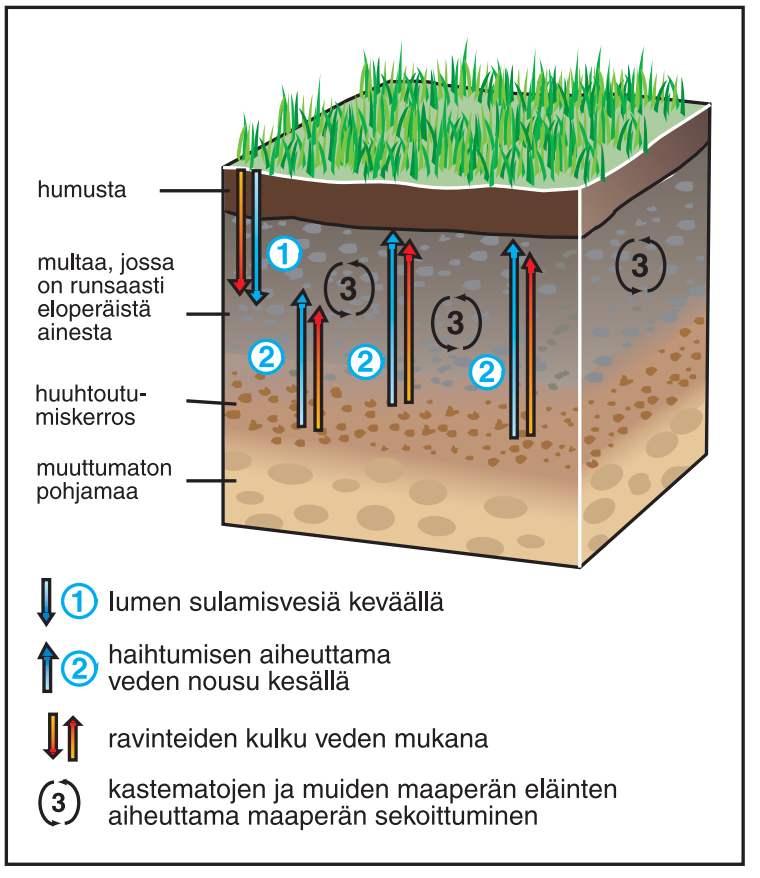
Yleensä maaperän pintaosissa on kuolleista kasveista, esimerkiksi puiden lehdistä tai neulasista, muodostunut karikekerros, joka on alaosastaan ainakin osittain maatunut. Kastemadot ja muut maaperän eläimet kuljettavat maatunutta ainesta pintakerroksesta kivennäismaan joukkoon.

Kun maahan satanut vesi vajoaa maaperän läpi, se liuottaa kivennäismaasta suoloja, joita kasvit käyttävät ravinteina. Vajoavan veden mukana kulkeutuu myös humusta ja savihiukkasia. Maaperän yläosaan muodostuu näin vähäravinteinen **huuhtoutumiskerros**, joka esimerkiksi havumetsävyöhykkeelle tyypillisessä **podsolimaannoksessa** näkyy vaaleanharmaana raitana. Suolat ja hienorakeiset maaperän hiukkaset kulkeutuvat veden mukana muutaman kymmenen senttimetrin syvyyteen ja muodostavat sinne **rikastumiskerroksen**, johon siis kertyy paljon maaperän yläosasta

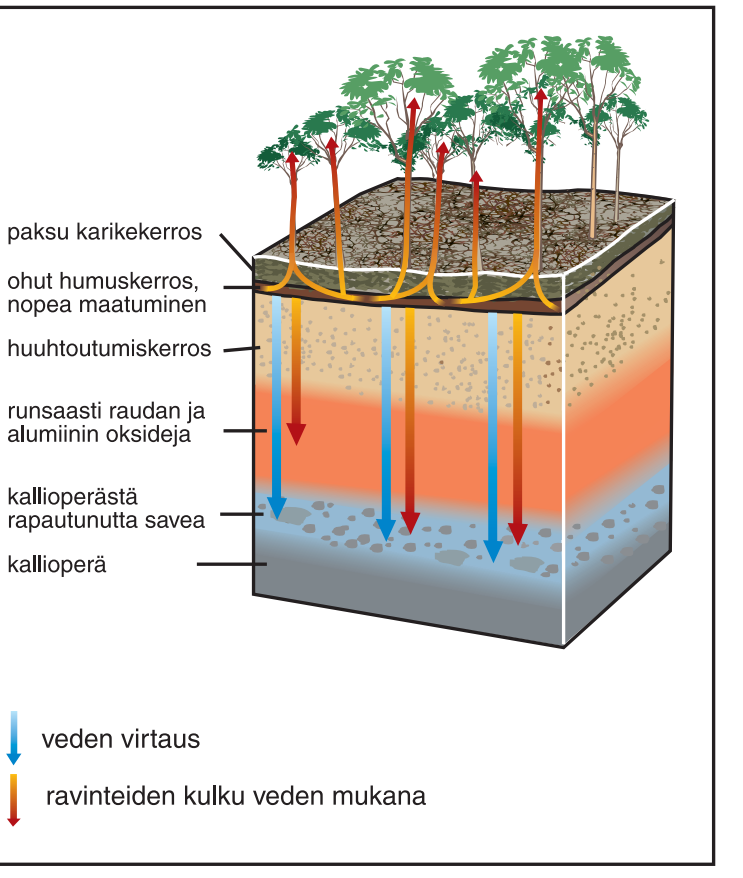
Podsolimaannos



Mustamultamaannos



Latosolimaannos



liikkeelle lähtenyttä ainesta. Se erottuu podsolimaannoksessa ruosteenruskeana kerroksena. Rikastumiskerroksen alla on muuttumaton pohjamaa, jossa ei ole tapahtunut sen paremmin huuhtoutumista kuin rikastumistakaan. Osa suoloista jatkaa matkaansa pohjaveteen asti.

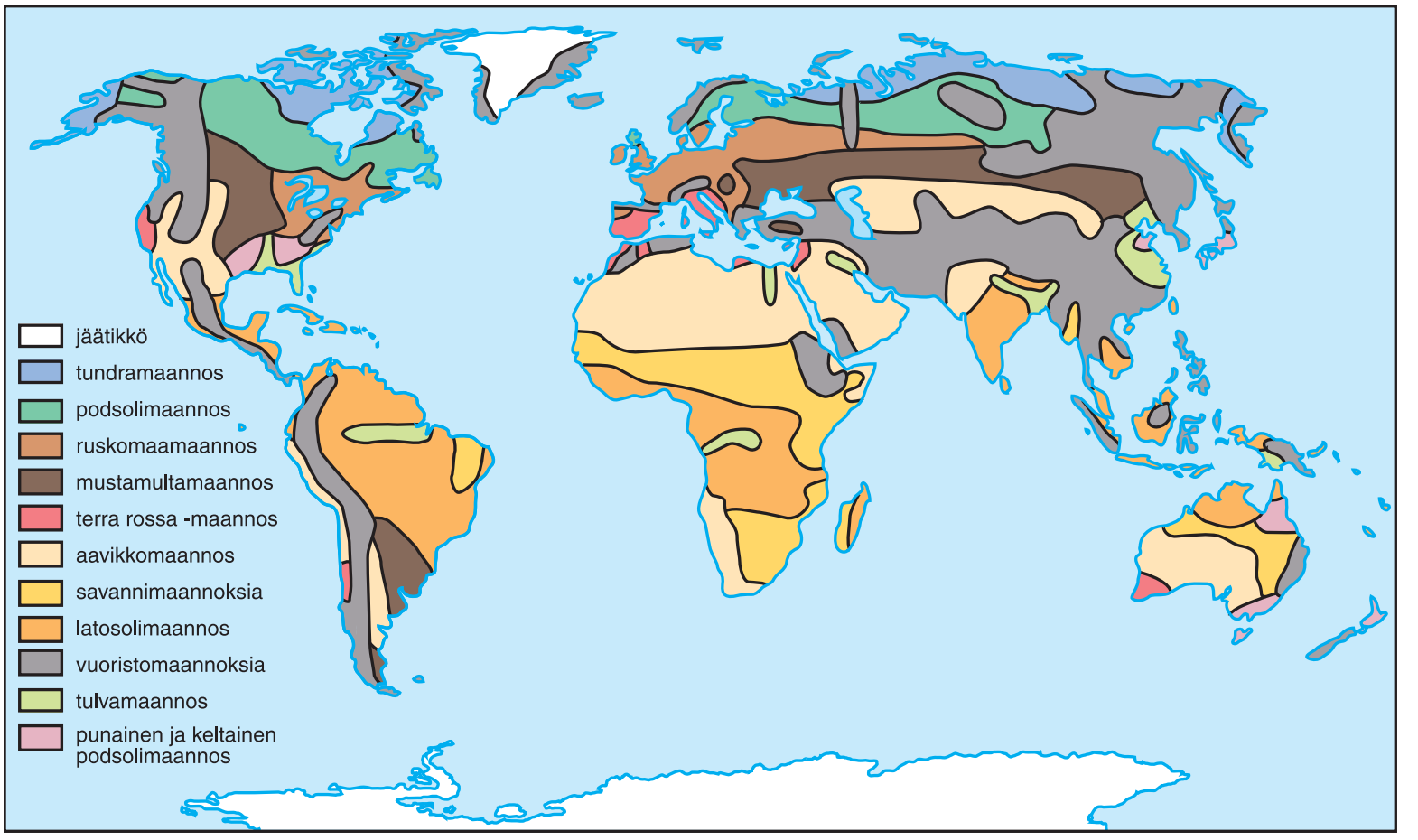
Alueilla, jossa haihtuminen ylittää sademäärän, vesi kulkee maaperässä alhaalta ylöspäin. Syynä on kapillaari-ilmiö. Tällaisilla alueilla maaperän alaosista liuenneita suoloja kulkeutuu pintakerrokseen, johon ne veden haihtuessa rikastuvat. Näin käy esimerkiksi aroalueille tyypillisessä **mustamultamaannoksessa**. Aavikoilla suoloja voi nousta veden mukana maan pinnalle jopa niin paljon, että ne haittaavat kasvien kasvua.

Lämpötilan vaikutus maannoksen muodostumisessa näkyy lähinnä siinä, miten nopeasti hajottajat hajottavat maaperän eloperäistä ainesta. Maatumaton eloperäinen aines sitoo ravinteita. Lämpimillä alueilla, kuten sademetsissä, hajoaminen on niin nopeaa, että ravinteet eivät pysy maaperässä kovinkaan pitkään. Normaalisti sademetsän kasvit ottavat kuitenkin vapaat ravinteet talteen juurillaan, mutta jos metsä hakataan, ravinteet huuhtoutuvat sadeveden mukana pois ja jäljelle jää vain kasveille käyttökelvottomia raudan ja alumiinin oksideja. Auringon paahteessa kuivuessaan tällainen **latosolimaannos** kovettuu tiilimäiseksi lateriitiksi.

Kylmillä alueilla orgaanisen aineksen hajoaminen on niin hidasta, että maanpinnalle muodostuu paksu turvekerros.

Muita maannoksia esitellään kasvillisuusalueiden yhteydessä s. 90–93.

Maapallon maannosalueet



Tämä kartta on yksinkertaistettu esitys maapallon maannoksista. Todellisuudessa maannosalueet ovat huomattavasti sirpaleisempia.

Tiivistelmä

- Maaperä on kallioperän päällä olevaa irtainta maa-ainesta. Se on kallioperästä rapautumalla irronneen kivennäismaan ja kuolleiden eliöiden jäänteistä syntyneen orgaanisen aineksen seos.
- Maaperä koostuu maalajeista, jotka voidaan jakaa kivennäismaalajeihin ja eloperäisiin maalajeihin.
- Maannos on maaperän yläosa, jossa on nähtävissä pitkän ajan kuluessa muodostunut kerroksellinen rakenne.
- Maannoksen kerrokset syntyvät, kun maaperässä ylös- tai alaspäin kulkeva vesi liuottaa maaperästä suoloja ja kuljettaa niitä mukanaan toiseen kerrokseen.
- Suoloja poistuu huuhtoutumiskerroksesta ja kertyy rikastumiskerrokseen.
- Eri ilmastoalueilla on omat maannostyyppinsä.

Pohdittavaa

1. Millä eri tavoin ihmiset käyttävät ja muokkaavat maaperää?
2. Miten vesi on muokannut Suomen maaperää ja siinä esiintyviä maannoksia?
3. Miksi Suomen maaperä ei sovellu kovin hyvin viljelyyn?

Kasvillisuusalueet

Kaiserstuhl, Baden, Saksa

Lähes kaikki maapallon manneralueet ovat jonkinlaisen kasvillisuuden peitossa. Vain jäätiköt, kuivimmat aavikot, korkeimpien vuorten huiput ja jyrkimmät rinteet ovat kasvittomia. Kun puhutaan kasvillisuusalueista, tarkoitetaan yleensä luonnonkasvillisuutta. Monilla kasvillisuusalueilla alueen luonnollinen kasvillisuus on kuitenkin saanut väistyä viljelykasvien tieltä lähes kokonaan.

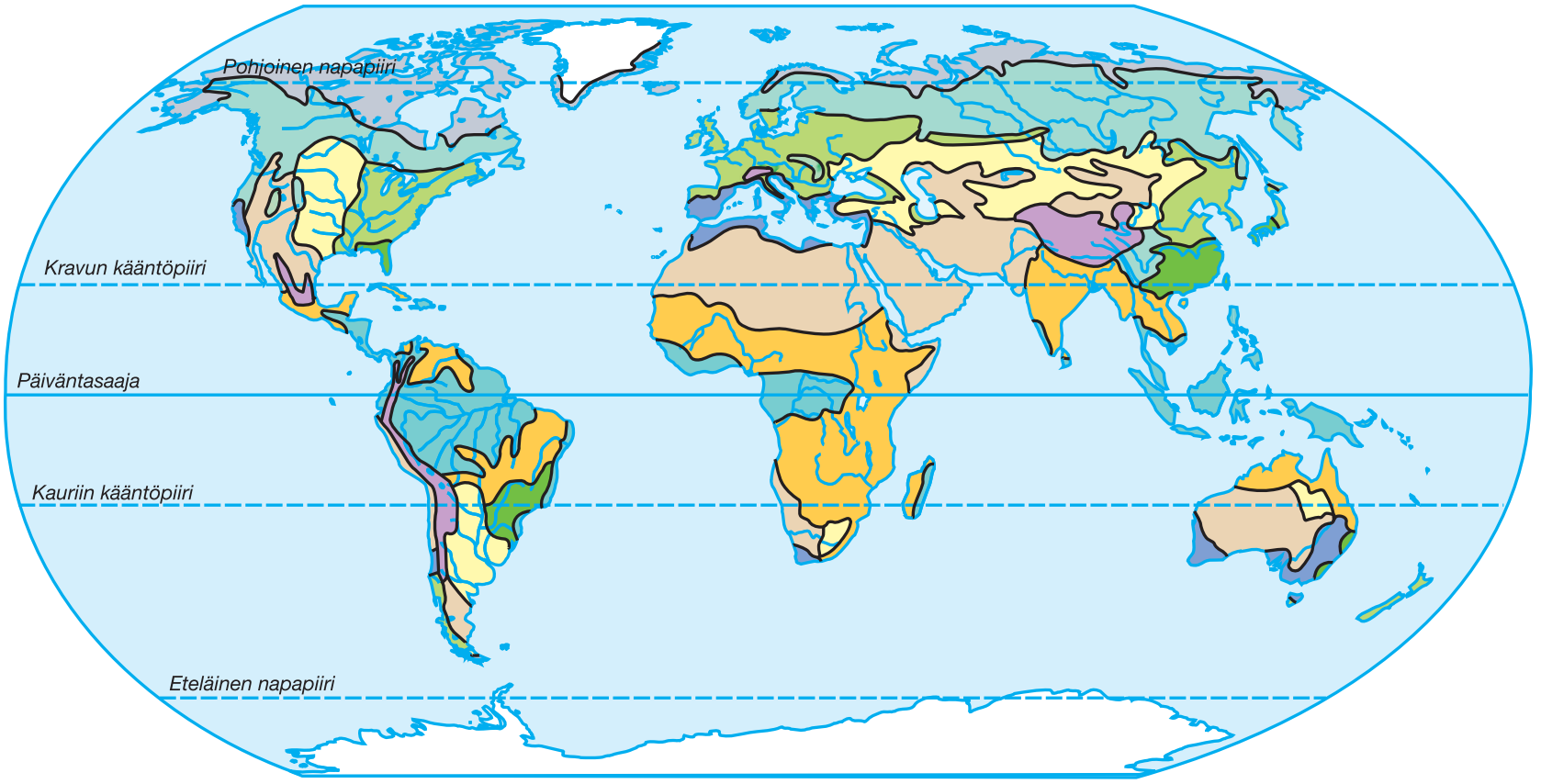
Ilmasto ja maaperä vaikuttavat kasvillisuuteen

Alueella vallitsevaan kasvillisuuteen vaikuttaa ennen kaikkea ilmasto: lämpötila ja sademäärä sekä niiden vuodenaikaiset vaihtelut. Toinen merkittävä tekijä on maaperä: sen rakenne, koostumus, pH ja ravinteiden määrä.

Biomilla tarkoitetaan suurekosysteemiä, joka käsittää laajan alueen ilmaston, maaperän, kasvillisuuden ja muun eliöstön muodostaman kokonaisuuden. Esimerkiksi pohjoisen havumetsävyöhykkeen biomille tyypillisiä piirteitä ovat lauhkea ilmasto, luminen talvi, hapan maaperä, podsolimaannos, havupuut ja havumetsien olosuhteisiin sopeutunut muu eliöstö. Muita biomeja ovat esimerkiksi tundra, aavikko ja trooppinen sademetsä.

Koska kasvillisuus on biomien näkyvin ominaisuus, puhutaan yleensä **kasvillisuusalueista**.

Maapallon kasvillisuusalueet

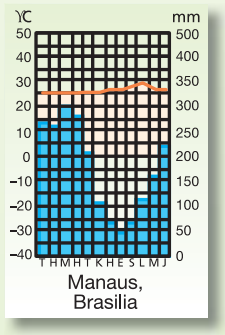


Akaasioilla on syvälle ulottuva juuristo ja siksi ne eivät pudota lehtiään kuivan kauden aikana. Niiden tarjoama varjo tuo monille eläimille helpotusta savannien kuumuudessa.

Trooppiset sademetsät

Madagaskar

Latosolissa on useiden metrien paksuinen huuhtoutumiskerros, jossa on pääasiassa alumiinin ja raudan oksideja. Raudan oksideista on peräisin maannoksen punertava väri.



Trooppisia sademetsiä on päiväntasaajan läheisyydessä, jossa ilmaston vuodenaikaiset vaihtelut ovat vähäisiä. Suurimpia sademetsäalueita ovat Amazonin, Kongon ja Kaakkois-Aasian sademetsät.

Trooppisissa sademetsissä **luonnon monimuotoisuus** eli **biodiversiteetti** on suurempi kuin missään muussa biomissa. Yhden hehtaarin alalla voi kasvaa jopa satoja eri puulajeja.

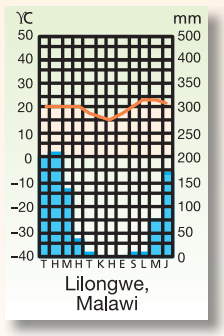
Sademetsissä puut muodostavat kolme kerrosta. Ylimmän latvuskerroksen muodostavat noin 40 metriä korkeat yksittäiset puut. Keskimmäinen latvuskerros on 15–30 metrin korkeudessa. Se on niin tiheä, että vain pieni osa valosta pääsee sen läpi. Tässä latvuskerroksessa elää suurin osa sademetsän eläimistä: muun muassa papukaijoja, apinoita, sammakoita ja käärmeitä. Puiden latvusta ja runkoa peittävät liaanit ja epifyytti- eli päällyskasvit. Kolmas latvuskerros on harvempi, ja siellä on pieniä kapealatvaisia puita, jotka lähtevät nopeaan kasvuun, jos jonkin ison puun kaatuessa latvukseen muodostuu sopiva aukko. Kenttäkerroksessa kasvaa pääasiassa vähän valoa tarvitsevia saniaisia ja lahottajasieniä.

Ihmisen kannalta trooppiset sademetsät ovat liian kuuma ja kostea elinympäristö, ja siksi sademetsäalueilla väentiheys on yleensä pieni. Sademetsiä raivataan kuitenkin kasvavassa määrin asutuksen sekä maa- ja metsätalouden tarpeisiin. Kun puut ja niihin sitoutuneet ravinteet kuljetetaan pois, jäljelle jää vähäravinteinen maaperä.

Savannit ja monsuunimetsät

Serengeti, Tansania

Jokien varsilla ja rannikoilla esiintyy mangrovekasvillisuutta.



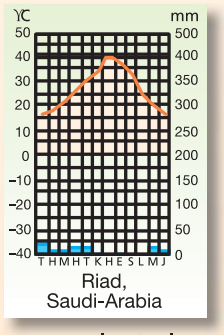
Savanneja on sademetsäalueiden reunoilla erityisesti Afrikassa ja Etelä-Amerikassa. Savannien olosuhteisiin vaikuttaa kuivan kauden ja sadekauden vuorottelu. Savannilla sademäärä ei riitä pitämään yllä yhtenäisiä, tiheitä metsiä. Heinäkasvit ovat vallitsevia. Metsäsavanneilla puita on melko paljon. Puistosavannilla puita ja pensaita kasvaa siellä täällä. Puut ovat leveälatvaisia sateenvarjopuita, muun muassa akaasioita. Ne pudottavat lehtensä kuivaksi kaudeksi. Kuivimmilla alueilla esiintyy ruohosavannia. Savannien maannokset vaihtelevat. Kosteiden savannien tyypillinen maannos on latosoli.

Erityisesti Afrikan savanneilla elää paljon suuria kasvinsyöjiä: antilooppeja, kirahveja, seeproja ja norsuja sekä niitä saalistavia suurpetoja, kuten leijonia ja hyeenoita. Kasvinsyöjät pitävät osaltaan savannin maisemia avoimina, koska ne syövät ruohon lisäksi myös puiden taimia.

Myös monsuunialueilla sadekausi ja kuivakausi vuorottelevat. **Monsuunimetsät** ovat sademetsiä harvempia, matalampia ja niiden puut pudottavat lehtensä kuivaksi kaudeksi.

Aavikot ja puoliaavikot

Aavikkomaannos koostuu pääasiassa kivennäismaasta, koska kasveista peräisin olevaa orgaanista aineista on erittäin vähän. Maanpinnalle kertyy suoloja.

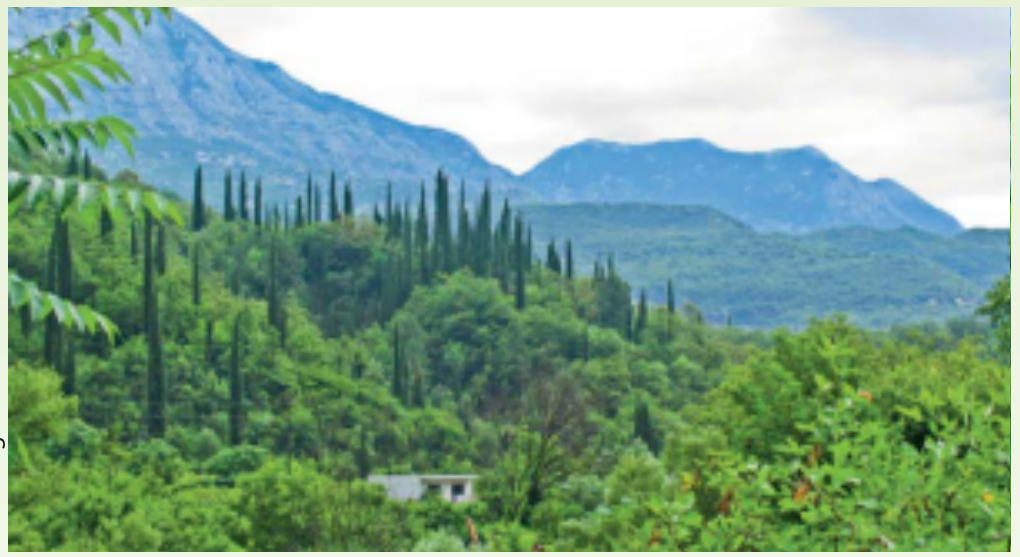


Aavikoita ja **puoliaavikoita** esiintyy kaikkein vähäsateisimmilla alueilla erityisesti kääntöpiirien korkeapainealueiden läheisyydessä. Aavikoita on myös muualla mantereiden sisäosissa, jonne sateet eivät yllä. Suurimpia aavikoita ovat Sahara ja Arabian niemimaan aavikot. Aavikkoalueilla sataa vain satunnaisesti. Alhaisen ilmankosteuden ja pilvettömyyden vuoksi Auringon lämpösäteily pääsee päivällä esteettä maanpinnalle, ja lämpötila saattaakin kohota varjossakin yli 50 °C:een. Vastaavasti yöllä lämpöä säteilee avaruuteen ja lämpötila voi laskea lähelle nollaa. Tällöin ilmassa oleva vähäinen vesihöyry voi tiivistyä kastepisaroiksi. Rannikoilla sijaitseville aavikoille kosteutta tulee mereltä sumujen mukana.

Aavikolla menestyvät mehikasvit, jotka haihduttavat vähän ja pystyvät varastoimaan vettä pitkien kuivien kausien varalle. Mehikasveja ovat esimerkiksi kaktukset, tyräkit ja agaavet. Muita aavikon kasveja ovat piikkipensaat ja pienilehtiset heinät. Tyypillisiä aavikon eläimiä ovat vähällä vedellä toimeen tulevat hyönteiset, hämähäkit, skorpionit ja matelijat. Nisäkkäistä aavikon olosuhteisiin ovat sopeutuneet päivänsä maan alla viettävät jyrsijät sekä vettä elimistöönsä varastoiva kameli.

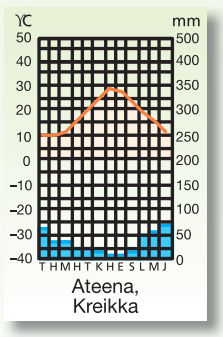
Aavikoitumisella tarkoitetaan aavikoiden levittäytymistä kasvillisuuden peittämille alueille. Usein syynä on kuivien alueiden maanviljely tai liikalaidunnus. Niiden seurauksena aavikoita ympäröivien alueiden maaperää sitova pintakasvillisuus häviää ja tuuli kuljettaa pois ravinteikkaan pintamaan.

Nahkealehtinen kasvillisuus ja ikivihannat lehtimetsät



Montenegro

Terra rossa on talvisateiden alueiden kalkkikivialueilla esiintyvä maannos, jonka pintakerroksesta kalsiumkarbonaatti liukenee pois ja jäljelle jää raudan oksideja, joista johtuu maannoksen punertava väri.



Nahkealehtistä kasvillisuutta eli **välimerenkasvillisuutta** esiintyy länsirannikoilla 30. ja 40. leveyspiirien välisillä alueilla. Välimeren alueen lisäksi nahkealehtistä kasvillisuutta on myös Kaliforniassa, Chilen keskiosissa, Afrikan eteläkärjessä ja Australian lounaisosassa. Näille alueille ovat tyypillisiä talvisateet ja kuumat, kuivat kesät. Luonnontilainen kasvillisuus koostuu metsistä, joissa puut kasvavat melko harvassa, tai piikkipensaikosta, josta käytetään nimityksiä macchia ja chaparral. Tyypillisiä puulajeja ovat oliivipuu, korkkitammi, pinja ja sypressi, joilla on kapeat, vahapintaiset lehdet tai neulaset sekä haihtumiselta suojaava paksu kaarna.

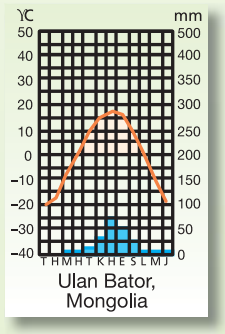
Kuivan kesän aikana metsä- ja pensaspalot ovat yleisiä. Suuri osa Välimeren alueen metsistä on hävitetty jo antiikin aikana, mistä on ollut seurauksena maaperän eroosiota.

Vastaavilla leveysasteilla (20°–40°) Aasian, Australian ja Pohjois-Amerikan itärannikoilla sataa lämpimien merivirtojen ansiosta runsaasti ympäri vuoden. Siksi siellä esiintyy **ikivihantia lehtimetsiä**, jotka kuitenkin on suurimmaksi osaksi raivattu viljelymaaksi. Aasiassa näillä alueilla esiintyy riisinviljelyä.

Arot

Unkari

Mustallemullalle on tyypillistä pintakerroksen suuri humuspitoisuus. Humus on peräisin ruohokasvien maatuvista juurista.

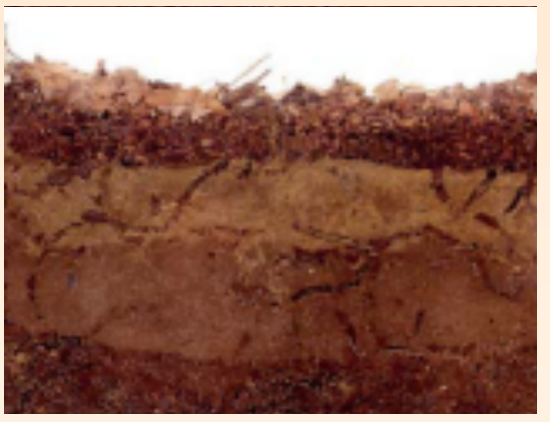


Ulan Bator, Mongolia

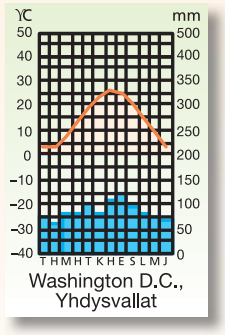
Lauhkean vyöhykkeen ruohostot eli **arot** sijaitsevat pääasiassa mantereiden sisäosissa. Suurimpia aroalueita ovat Aasian sisäosien stepit, Yhdysvaltain ja Kanadan preeria sekä Etelä-Amerikan pampa ja Unkarin pusta. Aroilla sademäärät eivät riitä puiden kasvuun. Kosteammilla alueilla korkeaksi kasvavat heinät ovat vallitsevana kasvillisuutena. Heinien juuristo muodostaa paksun, maata sitovan kerroksen. Kasvien maatuessa muodostuu multaa, jota voi olla aroilla jopa useamman metrin paksuudelta. Sateita tulee yleensä keväällä, jolloin maan alla talvehtineet sipulikasvit heräävät kukkimaan. Kesän mittaan ruoho kuivuu ja ruohikkopaloja esiintyy. Kuivimmilla alueilla ruohopeite ei ole yhtenäistä, vaan sitä kasvaa tuppaina siellä täällä.

Arojen mustamulta sopii erinomaisesti viljelymaaksi ja siksi suurin osa maailman aroalueista on raivattu pelloiksi, joilla viljellään yleensä vehnää. Kuivempia alueita käytetään karjan laitumena. Aroilla on aiemmin elänyt suuria kasvinsyöjiä, kuten biisoneita, antilooppeja ja villihevosia, mutta ne on metsästetty lähes sukupuuttoon. Jäljelle ovat jääneet kaniinien ja hamsterien kaltaiset pienet kasvinsyöjät.

Lauhkean vyöhykkeen lehtimetsät



Ruskomaan humuspitoinen pintakerros on ruskea. Sen alla on savimineraaleista koostuva kerros, johon on saostunut runsaasti kalsium-, natrium- ja magnesiumsuoloja.



Washington D.C., Yhdysvallat

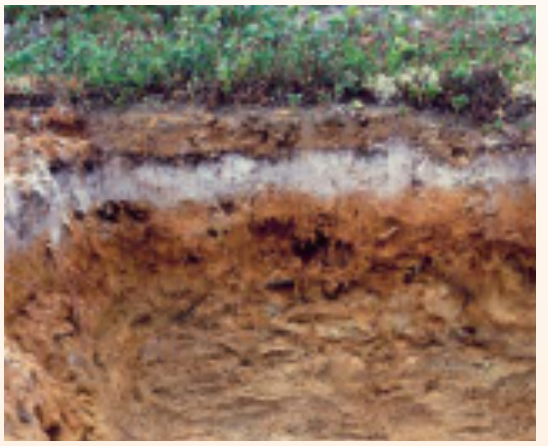
Lauhkean vyöhykkeen lehtimetsiä esiintyy erityisesti Pohjois-Amerikan itäosissa ja Euroopassa. Lehtimetsäalueilla on neljä vuodenaikaa. Sademäärät ovat riittäviä puiden kasvulle. Tyypillisiä puulajeja ovat tammet, pyökit, vaahterat ja saarnet. Ne kaikki pudottavat lehtensä talveksi. Kun lehdet maatuvat, muodostuu multaa, joka on hyvä kasvualusta monille ruohovartisille kasveille. Kenttäkerroksen kasvit kukkivat yleensä keväällä ennen puiden lehtien puhkeamista, koska silloin valoa riittää runsaasti maanpinnallekin.

Lehtimetsissä elää paljon erilaisia nisäkkäitä, kuten hiiriä, oravia, pesukarhuja, villisikoja, kettuja ja saksanhirviä. Myös hyönteisiä, marjoja ja siemeniä syöviä lintuja on runsaasti.

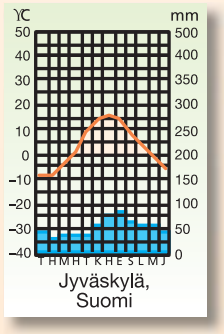
Lehtimetsien alueet ovat tiheään asuttuja ja suurin osa lehtimetsistä onkin raivattu viljely- tai laidunmaiksi.

Havumetsät

Suomussalmi



Podsolille on tyypillistä vaaleanharmaa huuhtoutumiskerros ja sen alapuolella oleva ruskea rikastumiskerros.



Havumetsät muodostavat pohjoisella pallonpuoliskolla koko maapallon kiertävän vyöhykkeen, jota kutsutaan myös nimellä **taiga**. Havumetsävyöhykkeen ilmastoon kuuluu pitkä, luminen talvi. Tyypillisiä puulajeja ovat kuuset, männyt ja lehtikuuset. Muista metsätyypeistä poiketen havumetsissä maanpinta on yleensä kokonaan kasvillisuuden peitossa. Tyypillisiä kasveja ovat erilaiset varvut ja sammalet. Kuivimmilla paikoilla metsänpohjaa peittävät jäkälät.

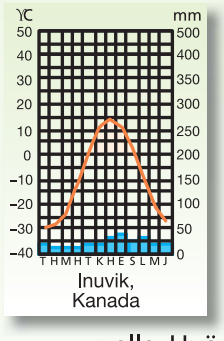
Havumetsävyöhykkeen eläimet ovat sopeutuneet talveen eri tavoin. Karhut nukkuvat talviunta ja suuri osa linnuista muuttaa talveksi lämpimämmille seuduille. Kasvinsyöjät, kuten hirvi, metsäjänis ja metso, joutuvat tyytymään talvella puista saatavaan ravintoon.

Havumetsävyöhykkeelle tyypillinen podsolimaannos on hapanta ja soveltuu huonosti viljelyyn. Siksi havumetsävyöhykkeen metsät ovat säilyneet joko luonnontilaisina metsinä tai ainakin talousmetsinä.

Tundra ja vuoristokasvillisuus

Saariselkä

Tundra-alueilla kylmyys hidastaa kuolleiden kasvien maatumista, ja siksi maata peittää usein paksu turvekerros. Routiminen liikuttelee maa-ainesta.



Tundraa esiintyy pohjoisella pallonpuoliskolla Aasian, Pohjois-Amerikan ja Euroopan pohjoisosissa, missä routa ei ehdi kunnolla sulaa kesälläkään. **Ikirouta** estää puiden kasvun ja siksi tundralla kasvaa lähinnä varpukasveja, sammalia ja jäkäliä. Kylmän ilmaston vuoksi haihtuminen on vähäistä ja maatuminen hidasta. Tästä syystä tundra-alueilla on runsaasti soita.

Kesällä tundralla on enemmän eläimiä kuin talvella. Hyönteiset lisääntyvät nopeasti, muuttolinnuille riittää ravintoa, samoin sopuleille ja muille myyrille. Talvella suurin osa tundran elämistä on suojassa lumen tai maan alla.

Ihmisen toiminta on hyvin vähäistä. Alueen alkuperäiskansat hankkivat edelleen elantoaan perinteisesti metsästämällä, kalastamalla tai poronhoidolla.

Vuoristoissa lämpötila laskee ylöspäin mentäessä samaan tapaan kuin päiväntasaajalta navoille kuljettaessa. Kasvillisuusvyöhykkeetkin seuraavat toisiaan samassa järjestyksessä. Muita eliöiden elämään vaikuttavia tekijöitä vuoristossa ovat suuret yön ja päivän väliset lämpötilaerot, tuulisuus ja voimakas UV-säteily. Metsärajan yläpuolella **vuoristokasvillisuus** muistuttaa hyvin paljon tundrakasvillisuutta.

Kilimanjaron huipulle

Afrikan korkein vuori, Kilimanjaro, kohoaa 5 895 metrin korkeuteen Tansanian ja Kenian rajalla. Vuori on syntynyt noin 750 000–360 000 vuotta sitten tulivuorenpurkausten seurauksena ja sen huippu muodostuu sammuneen tulivuoren kraatterista.

Kilimanjaron rinteillä näkyvät hyvin vuoristoilmastolle tyypilliset vyöhykkeet. Vuoren juurella Moshissa, noin 800 metriä merenpinnasta, lämpötila nousee päivisin 25–30 asteeseen. Kasvillisuus on tyypillistä savannikasvillisuutta.

Kilimanjarolle kiipeävien turistien lähtöpaikkana on useimmiten Marangu, joka sijaitsee 1 800 metrin korkeudessa. Polku kulkee aluksi melko tiheän metsäalueen läpi, sillä vuoren rinteellä vuosittainen sademäärä on savannialuetta suurempi. Noin 2 500 metrin korkeudella on usein pilvivyöhyke, joten tällä alueella ilma on hyvin kosteaa. Koska lämpötila päivisin kohoaa yli 20 asteen, kasvillisuus on lähinnä sademetsää.

Noin 2 800 metrin korkeudessa kasvillisuus muuttuu aluksi korkeiden puukanervien ja sypressimäisten pensaiden vyöhykkeeksi. Ylempänä tämä nummivyöhyke muuttuu alppiniityn tapaiseksi heinikoksi. Päivällä lämpötila nousee korkealle auringonpaisteessa, mutta yöllä on pakkasta.

Kasvillisuus muuttuu 3 000–4 000 metrin korkeudessa kanervikoksi ja monin paikoin on vain hietikkoa ja kivikkoa. Päivisin lämpötila voi olla auringonpaisteessa jopa 40 astetta, yöllä on aina pakkasta.

Varsinainen huippuvyöhyke alkaa 5 000 metristä. Korkealla sataa vähän ja sade tulee lumena. Lämpötilavaihtelut yön ja päivän välillä ovat suuret ja ilman happipitoisuus on vain puolet merenpinnan tasosta. Kasvillisuutta ei juurikaan ole: vain lunta, jäätä sekä laavahiekkaa ja -kivikkoa. Koska happipitoisuus on ylhäällä pieni, turistia uhkaa helposti vuoristotauti.

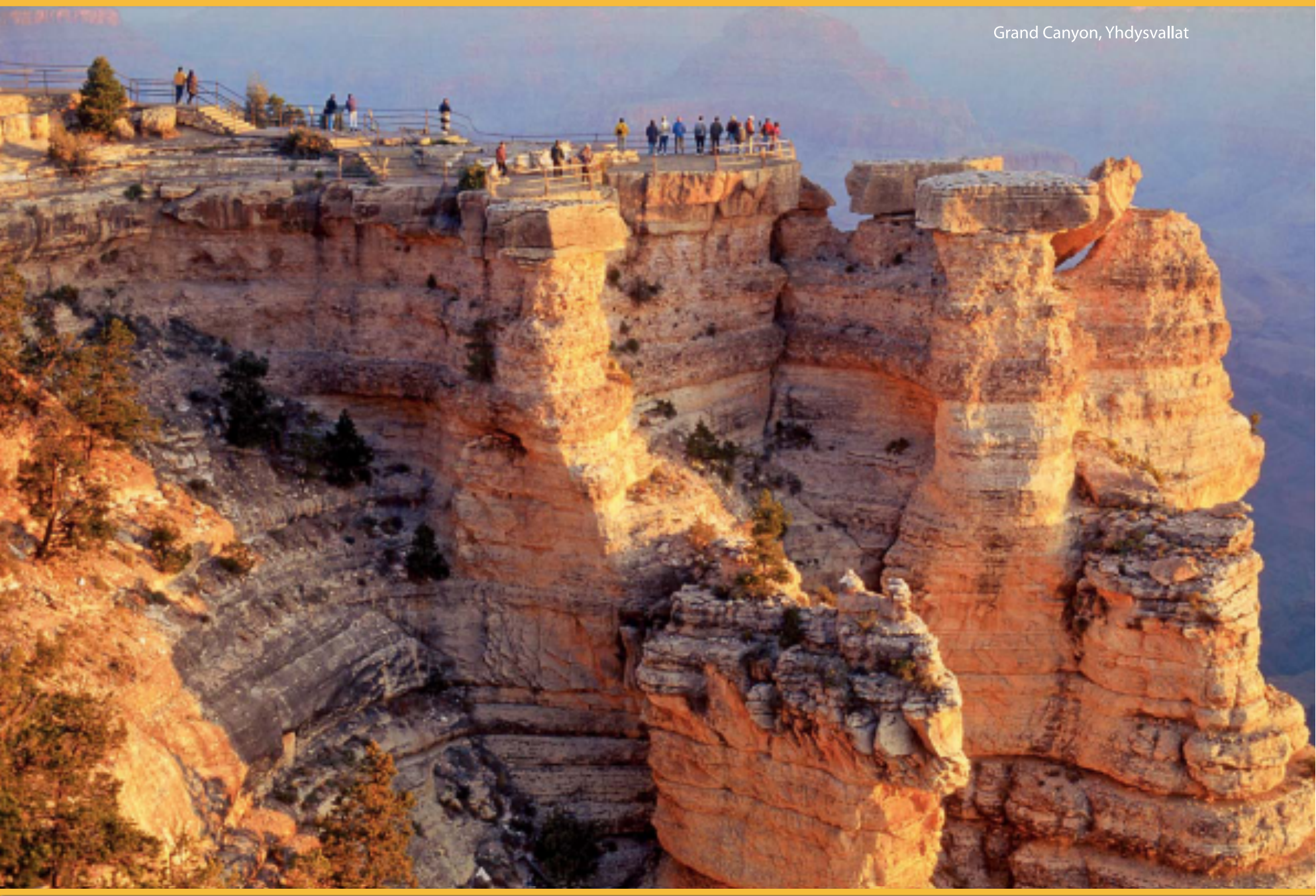
Tiivistelmä

- Kasvillisuuteen vaikuttavat ilmasto ja maaperä.
- Biomilla tarkoitetaan suurekosysteemiä, joka käsittää laajan alueen ilmaston, maaperän, kasvillisuuden ja muun eliöstön muodostaman kokonaisuuden.
- Trooppisilla alueilla sademäärät pienenevät päiväntasaajalta poispäin mentäessä. Sademetsistä siirrytään savannien kautta lähes kasvittomille aavikoille.
- Subtrooppisten alueiden länsirannikoilla on kuiviin kesiin sopeutunutta nahkealehtistä kasvillisuutta, itärannikoilla ikivihreitä lehtimetsiä.
- Lauhkean vyöhykkeen sateisimmilla alueilla on lehtimetsiä ja havumetsiä, mantereiden kuivissa sisäosissa aroja.
- Kylmällä vyöhykkeellä ja korkealla vuoristoissa on puutonta tundrakasvillisuutta.

Pohdittavaa

1. Mitkä kasvillisuusalueet ovat puuttomia? Miksi?
2. Millä kasvillisuusalueilla ihmisen vaikutus ympäristöön on suurinta? Miksi?
3. Miksi Kilimanjarolla on enemmän kasvillisuusvyöhykkeitä kuin Mt. Blancilla?

7 Maanpinta muuttuu ja kivi-aines kiertää



Grand Canyon, Yhdysvallat

Maapallon rakenne

Kilauea, Havaiji

Ranskalainen kirjailija Jules Verne kirjoitti 1800-luvulla kirjoja, joissa matkattiin Maasta Kuuhun ja sukelluslaivalla maapallon ympäri. Molemmat matkat ovat nykyisin mahdollisia. Sen sijaan "Matka Maan keskipisteeseen" on edelleen ihmisen ulottumattomissa. Jotakin silti tiedämme maapallon rakenteesta.

Maapallo syntyi miljardeja vuosia sitten

Maapallo alkoi muodostua noin 4,6 miljardia vuotta sitten samasta pyörivästä kaasu- ja pölykiekosta, josta Aurinkokunnan muut planeetat ja itse Aurinkokin saivat alkunsa. Pölykiekon keskenään törmäilevät kappaleet kasvoivat yhä suuremmiksi ja alkoivat vetää puoleensa muita lähellä liikkuvia kappaleita. Näin muodostuivat alkuplaneetat. Jatkuvat meteoriittien törmäykset kuumensivat varhaisen maapallon pintaa. Myös tiivistymisestä aiheutuva kitka tuotti lämpöä. Lämpöä vapautui lisäksi radioaktiivisten aineiden hajoamisesta, joka jatkuu edelleen.

Noin 4,5 miljardia vuotta sitten maapalloon törmäsi todennäköisesti Marsin kokoinen alkuplaneetta. Törmäyksessä vapautui niin paljon lämpöä, että suuri osa maapallosta suli. Painovoiman

vaikutuksesta tiheimmät eli raskaimmat alkuaineet alkoivat vajota kohti maapallon keskipistettä. Kevyemmät aineet kohosivat kohti pintaa. Näin muodostui maapallon kerroksellinen rakenne. Vähitellen maapallon pinta jäähtyi niin, että maapallolle muodostui kiinteä, kova kuori.

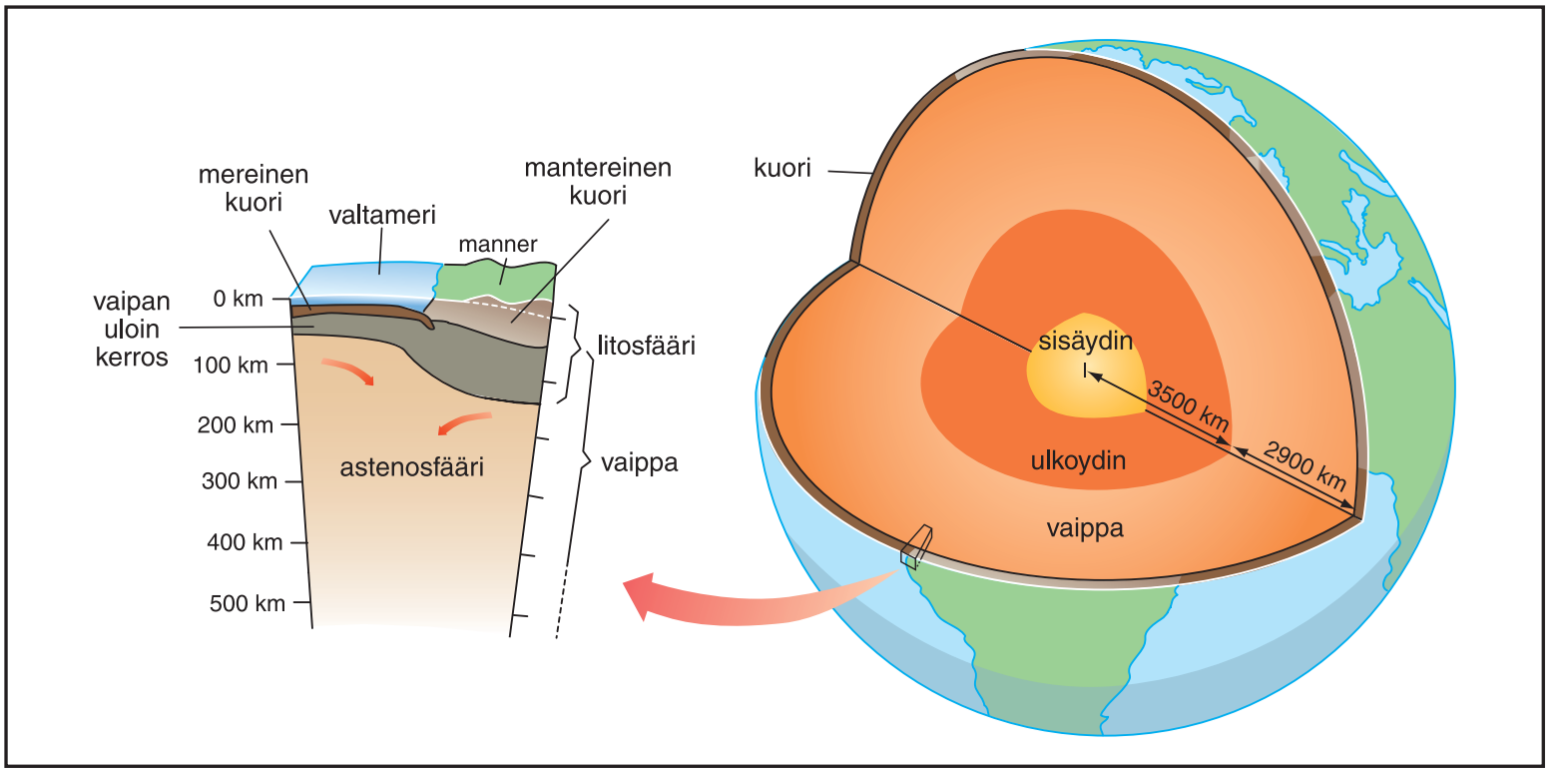
Maapallo koostuu päällekkäisistä kerroksista

Maapallon uloin kerros on **kuori**, joka koostuu kiinteässä olomuodossa olevista kivilajeista. **Mantereisen kuoren** paksuus on keskimäärin 35 km. Mantereilla kuoren ylin kerros koostuu kevyistä kivilajeista, kuten graniitista. Mantereisen kuoren alaosissa on raskaampia, paljon rautaa ja magnesiumia sisältäviä kivilajeja, kuten gabroa. **Mereinen kuori** on keskimäärin vain 7 km:n paksuinen. Se koostuu raskaista kivilajeista, basaltista ja gabrosta.

Kuoren alapuolella sijaitseva **vaippa** ulottuu 2 900 kilometrin syvyyteen. Se koostuu raskaammasta kiviaineksesta kuin kuori. Vaippa on kiinteässä olomuodossa kuten kuorikin. Erona on kuitenkin se, että siinä missä kuoren kiviaines taivutettaessa murtuu, vaipan aines antaa hitaasti periksi. Vaipan yläosissa lämpötila on noin 1 800 °C ja alaosissa melkein 3 000 °C.

Maapallon kuori ja vaipan uloin kerros muodostavat yhtenäisen rakenteen, jossa osien erona on vain erilainen mineraalikoostumus. Tätä jäykästä, kiinteästä kivestä koostuvaa maapallon pintaosaa kutsutaan **litosfääriksi**. Litosfääri kelluu **astenosfäärin** päällä. Astenosfääri on vaipan toiseksi uloin kerros. Litosfääri on paksuimmillaan mantereilla, korkeiden vuoristojen kohdalla, missä sen paksuus voi olla 150 km. Ohuimmillaan se on merenpohjassa, missä paksuus on 60 km. Litosfääri kelluu jäävuorten tapaan niin, että saavutetaan tasapaino eli **isostasia**. Mitä enemmän laatalla on painoa, sitä syvemmällä se kelluu. Manneralueilla olevat paksut jäätiköt painavat samalla tavoin allaan olevaa litosfääriä alaspäin. Kun jäätikkö sulaa, litosfääri alkaa kohota hitaasti isostasian vaikutuksesta. Tästä johtuu Suomessa havaittava **maankohoaminen**. Astenosfääri on vaipan herkkäliikkeisin osa, jossa esiintyy hitaita lämpötilaerojen aikaansaamia virtauksia. Astenosfääri ulottuu noin 700 km:n syvyyteen. Sen alapuolista vaipan osaa kutsutaan alavaipaksi.

Maapallon kerrokset



Kuori ja vaipan uloin osa muodostavat yhdessä litosfäärin. Jäykkä litosfääri kelluu pehmeämmän astenosfäärin päällä.

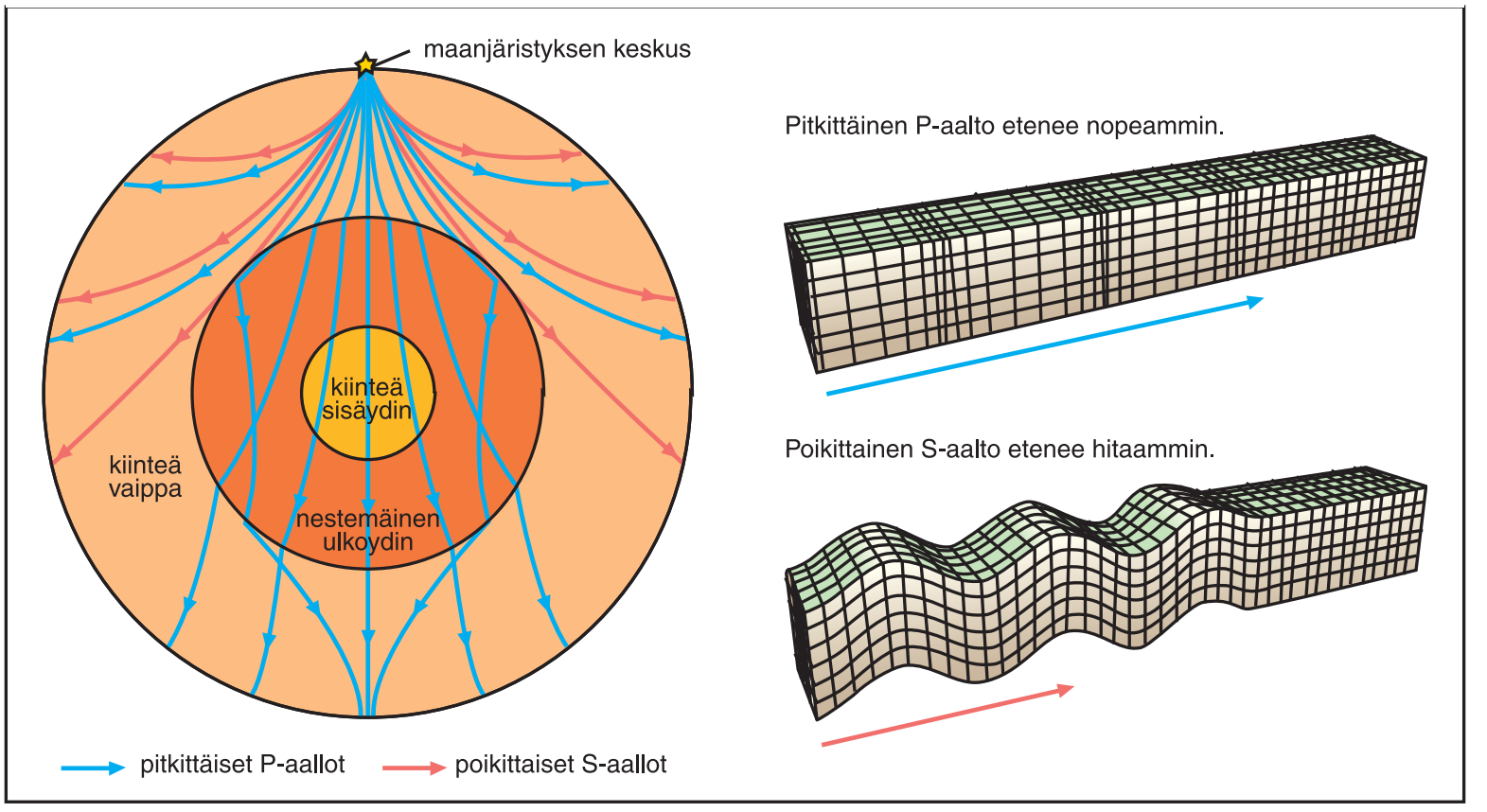
Maapallon sisin kerros on ydin, jonka halkaisija on yli puolet maapallon halkaisijasta. Se koostuu hyvin raskaista alkuaineista, lähinnä raudasta ja nikkelistä. Ydin voidaan jakaa olomuotonsa perusteella kahteen osaan. **Sisäydin** on kiinteä, vaikka sen lämpötilan arvioidaan olevan 4 000–5 000 °C. Sen pitää kiinteänä kova paine, joka nostaa raudan sulamispistettä. **Ulkoytimessä** paine on alhaisempi ja siksi se on nestemäisessä olomuodossa. Oletetaan, että maapallon magneettikenttä johtuu ulkoytimen nestemäisen raudan virtauksista.

Maapallon rakenteesta saadaan tietoa maanjäristysaaltoja tutkimalla

Kuolan niemimaalla sijaitsee syvin maankuoreen porattu reikä. Se ulottuu 12 km:n syvyyteen, mikä vastaa vain millimetrin syvyistä pistosta halkaisijaltaan metrin suuruisen pallon pinnassa. Niinpä tutkijoilla on vain epäsuoria havaintoja maapallon muista kerroksista. Kerrosten rajat on selvitetty tutkimalla maanjäristysaaltojen etenemistä. **Pitkittäiset P-aallot** (P = primaari, nopeammat) etenevät sekä kiinteässä aineessa että nesteessä. **Poikittaiset S-aallot** (S = sekundaari, hitaammat) liikkuvat vain kiinteässä aineessa. Niiden kulkua seuraamalla on laskettu kiinteän vaipan ja nestemäisen ulkoytimen rajapinnan sijainti. Aaltoliikkeen etenemisnopeus riippuu väliaineen tiheydestä. Tiheyden muuttuessa aallot muuttavat suuntaansa eli taittuvat. Etenemisnopeutta ja taittumista tutkimalla on saatu selville myös muut Maan eri kerrosten väliset rajapinnat.

Maanpinnalla vallitsevan painovoiman perusteella voidaan laskea maapallon massa ja keskimääräinen tiheys, joka on 5 520 kg/m^3 (vrt. veden tiheys 1 000 kg/m^3). Näin on voitu päätellä, että maapallon ytimen täytyy koostua raskaista alkuaineista. Rauta-nikkelimeteoriittien yleisyys viittaa siihen, että planeettojen ytimet voisivat koostua samoista aineista, sillä ne ovat syntyneet samasta avaruuden pölykiekosta. Vaipan koostumuksesta voidaan tehdä päätelmiä tulivuorista purkautuvan laavan perusteella.

Maanjäristysaaltojen eteneminen maapallon eri kerrosten läpi

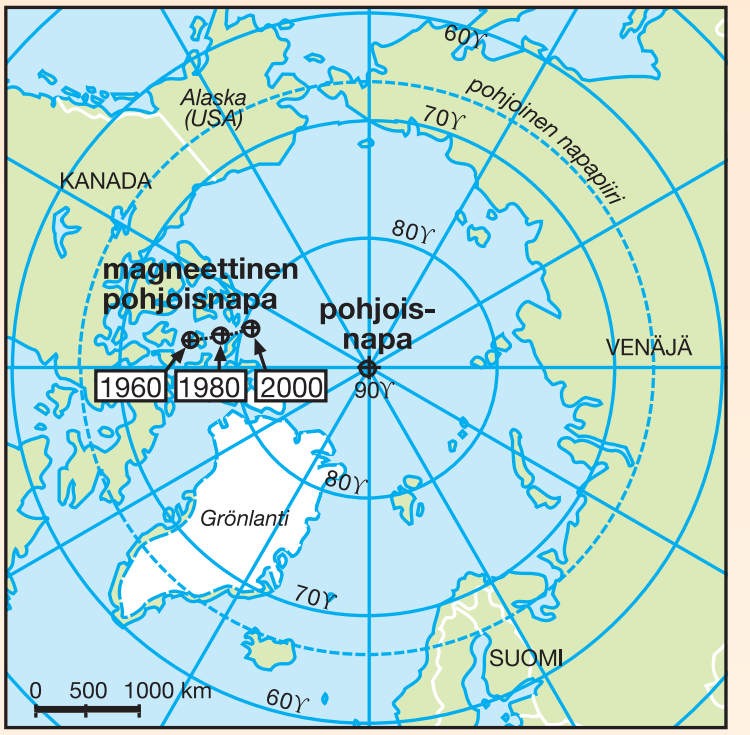


P-aallot etenevät sekä nesteessä että kiinteässä aineessa, S-aallot vain kiinteässä aineessa.

Maan magneettikenttä

Maalla on magneettikenttä, jonka nykykäsityksen mukaan aiheuttavat Maan ytimessä tapahtuvat sulan metallin virtaukset. Virtausten synnyttämät sähkövirrat saavat aikaan isoa sauvamagneettia muistuttavan magneettikentän. Maan magneettikentällä on tällä hetkellä kaksi napaa, jotka ovat lähellä maantieteellisiä napoja. Magneettiset navat eivät pysy paikoillaan, vaan vaihtavat jatkuvasti paikkaansa. Magneettikentässä tapahtuneita muutoksia voidaan tutkia eri aikoina syntyneiden magneettisten kivien rauta-atomien suuntautumisesta.

Maan magneettikenttä on ennen satelliittipaikannusta ollut tärkeä esimerkiksi merenkululle, koska kompassin toiminta perustuu siihen. Eliöiden kannalta tärkeintä on, että magneettikenttä suojaa maapalloa Auringon hiukkassäteilyltä.



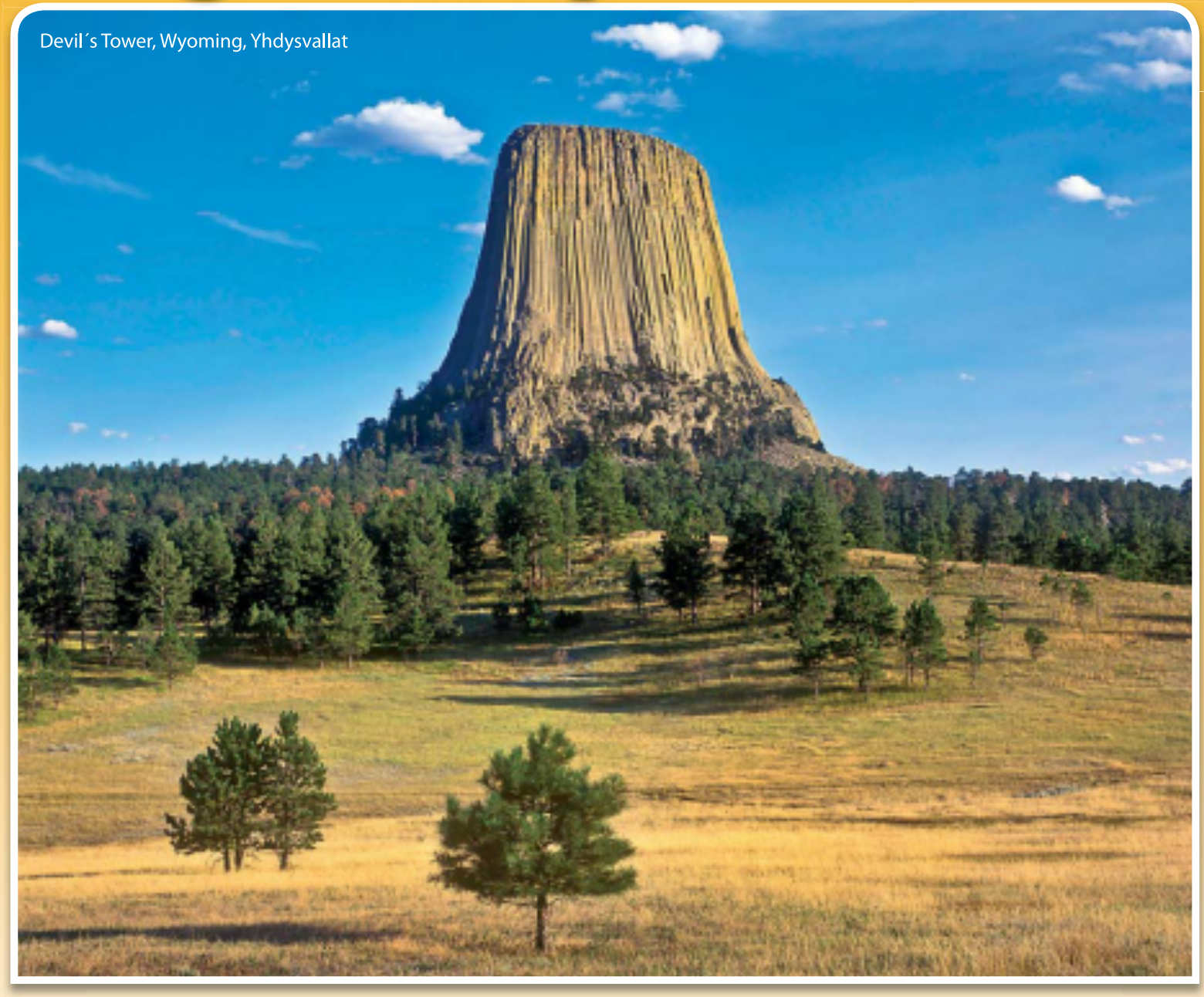
Tiivistelmä

- Maapallo koostuu kolmesta pääkerroksesta, jotka ovat kuori, vaippa ja ydin.
- Ydin koostuu lähinnä raudasta, vaippa raskaasta eli tiheydeltään suuresta kiviaineksesta ja kuori kevyemmästä kiviaineksesta.
- Kuoren ja vaipan ylimmän osan yhdessä muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan litosfääriksi.
- Litosfääri kelluu astenosfäärin päällä.
- Maapallon rakenteesta on saatu tietoa tutkimalla maanjäristysaaltojen etenemistä sekä tulivuorista purkautuvan laavan ja Maahan pudonneiden meteoriittien koostumusta.

Pohdittavaa

1. Mistä maapallon sisäinen lämpö on peräisin?
2. Miksi matka Maan keskipisteeseen on mahdoton?
3. Mitä hyötyä ihmisille on Maan magneettikentästä?

Endogeeniset tapahtumat


Devil´s Tower, Wyoming, Yhdysvallat

Maapallon sisäinen lämpö liikuttaa maankuorta ja nostaa kiviainesta ylöspäin. Ilman näitä endogeenisia tapahtumia maapallon pinta olisi aivan tasainen ja meri peittäisi planeetan pintaa kaikkialla.

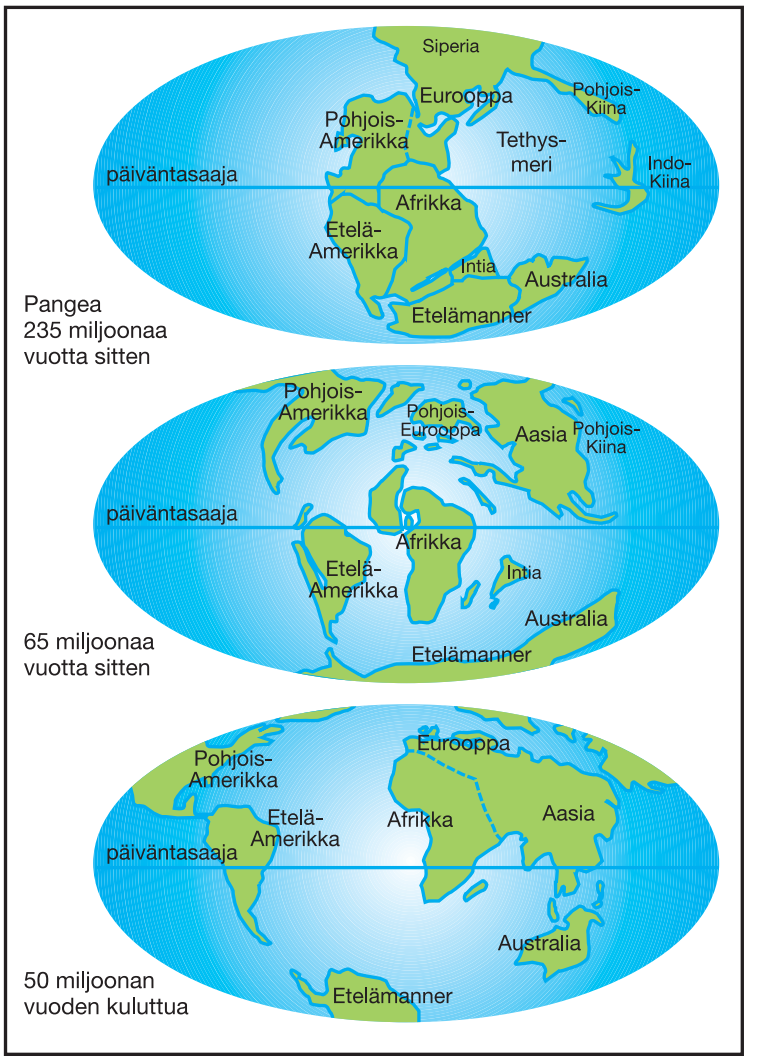
Litosfäärilaatat liikkuvat

Kun maapallon karttakuva alkoi löytöretkien ja täsmällisemmän sijainninmäärityksen vuoksi tarkentua, maantieteilijät panivat merkille, että Etelä-Amerikan ja Afrikan rantaviivat sopivat toisiinsa kuin palapelin palaset. Vuonna 1912 saksalainen meteorologi ja geofyysikko Alfred Wegener esitti teorian mantereiden liikkeistä. Teorian mukaan maapallon mantereet muodostivat noin 200 miljoonaa vuotta sitten yhden supermantereen, **Pangean**, joka myöhemmin hajosi useiksi pienemmiksi mantereiksi. Wegener perusteli teoriaansa sillä, että samoja kivilajeja sekä kasvi- ja eläinfossiileja löytyi sopivasti Atlantin molemmin puolin juuri teoriaan sopivilta alueilta. Wegener ei kuiten-

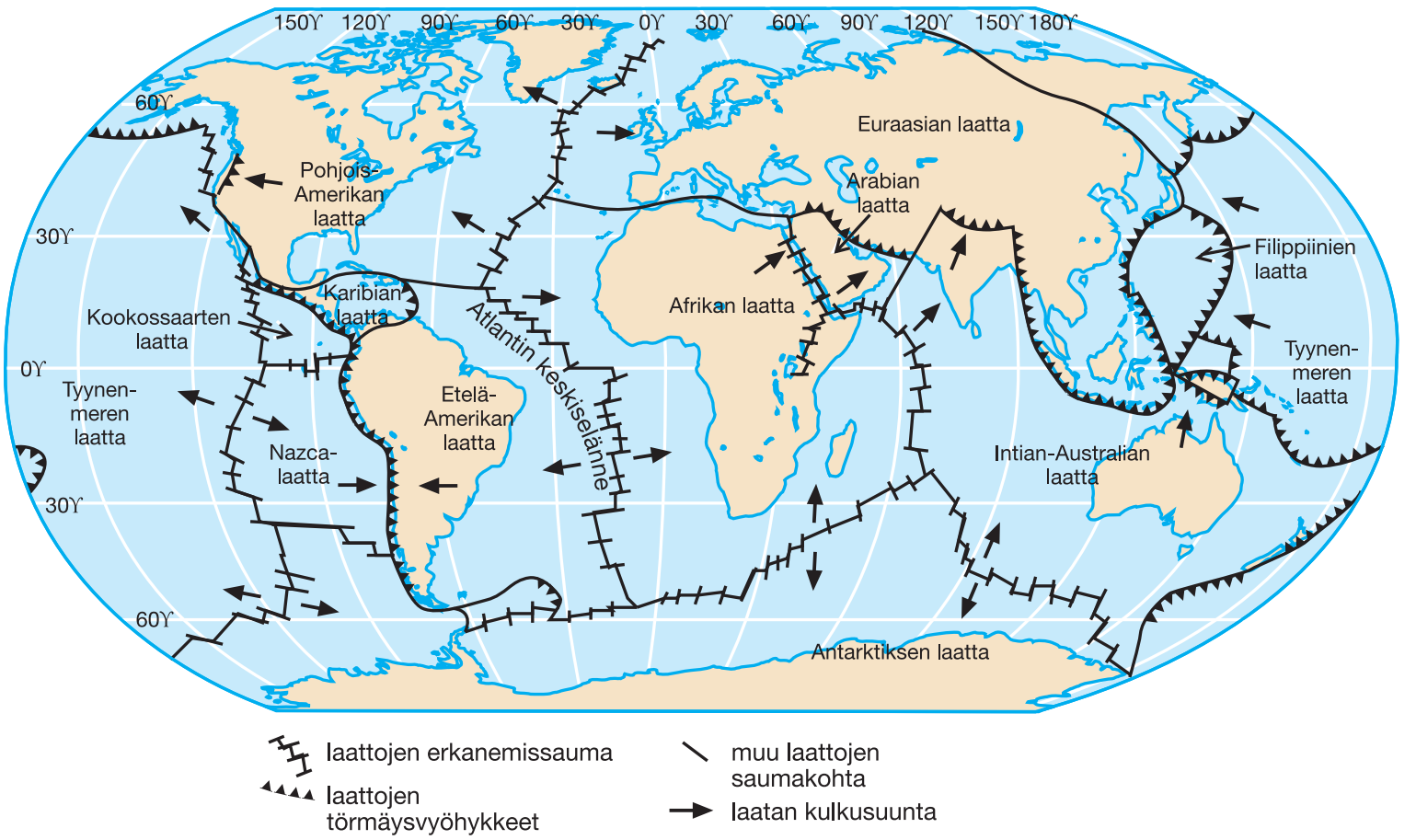
kaan osannut selittää mannerliikuntojen syitä, eivätkä muut tiedemiehet hyväksyneet teoriaa. Vasta 1960-luvulla satelliiteista tehdyt tarkat mittaukset paljastivat, että mantereet todellakin liikkuivat toisiinsa nähden. Liikkeiden syyksi esitettiin maapallon vaipassa tapahtuvia lämpötilaeroista johtuvia kiviaineksen virtauksia. Tätä laattojen liikkumista kuvaavaa teoriaa kutsutaan **laattatektoniikkateoriaksi**. Kaikista maapallon sisäisen lämmön aiheuttamista ilmiöistä käytetään yhteisnimitystä **endogeeniset tapahtumat**.

Maapallon litosfääri koostuu seitsemästä isosta ja kuudesta pienemmästä **litosfäärilaatasta**. Lisäksi on olemassa runsaasti pieniä litosfäärilaattojen palasia, eikä kaikkia laattojen rajakohtia edes varmuudella tunneta. Suuriin litosfäärilaattoihin kuuluu sekä mannerta että merenpohjaa. Siksi usein käytetty nimitys ”mannerlaatta” antaa virheellisen kuvan. Litosfäärilaatat kelluvat astenosfäärin päällä ja liikkuvat toisiinsa nähden 2–15 cm vuodessa. Liikkuessaan ne voivat törmätä toisiinsa, kulkea poispäin toisistaan tai sivuta toisiaan.

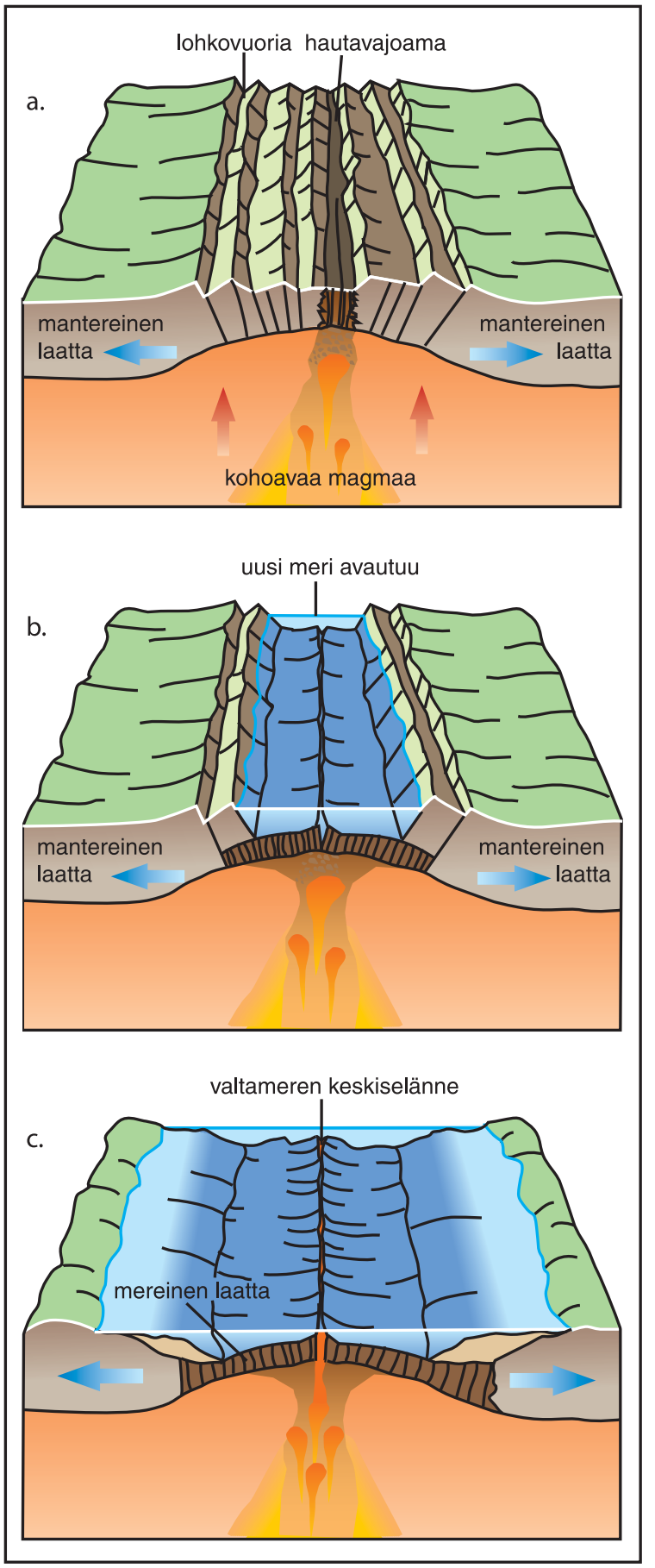
Mantereiden sijainti eri aikoina



Litosfäärilaatat



Laattojen erkanemissauma



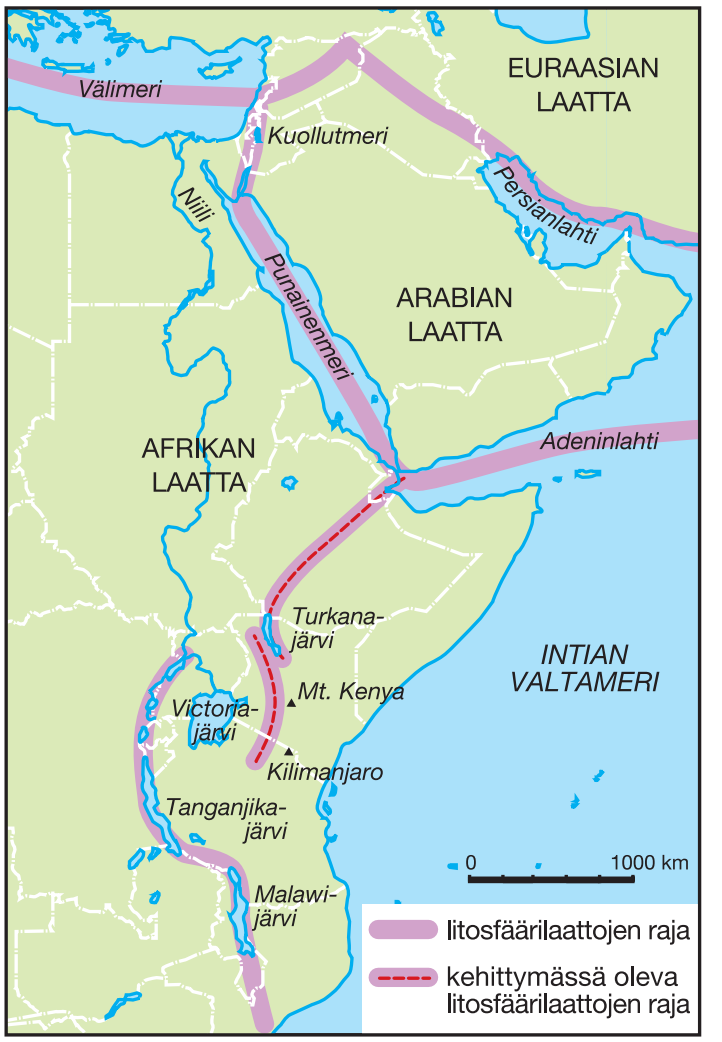
a. Erkanemissauma syntyy, kun magman koholle nostama laatta murtuu. Näin tapahtuu Itä-Afrikassa.
b. Mantereisten laattojen väliin muodostuu kapea meri. Punainenmeri on syntynyt näin.
c. Meri levenee valtamereksi. Valtameren keskiselänteellä muodostuu uutta merenpohjaa.

Laattojen erkanemisvyöhykkeellä muodostuu uutta merenpohjaa

Astenosfäärissä on runsaasti radioaktiivisia alkuaineita, kuten uraania, joiden hajoamisessa vapautuu suuria määriä energiaa lämpönä. Kun kiviaines lämpenee, sen tiheys pienenee ja se alkaa kohota samaan tapaan kuin lämmin ilma kohoaa ylöspäin ilmakehässä. Tällaisia lämpötilaeroista johtuvia pystysuoria virtauksia kutsutaan **konvektiovirtauksiksi**. Ylöspäin kohoava kiviaines nostaa jäykkää litosfäärilaattaa kaarelle niin, että laatta lopulta murtuu. Näin syntyy laattojen **erkanemissauma**, jossa laatat liikkuvat poispäin toisistaan.

Valtameren keskiselänteellä astenosfääristä kohoava kuuma kiviaines eli **magma** nostaa erkanemiskohdassa laattojen reunoja ylöspäin. Näin

Iso hautavajoama



Erkanemissauman kohdalle on muodostunut kapeita, syviä järviä, hautavajoamia ja pitkiä, kapeita merialueita. Mt. Kenya ja Kilimanjaro ovat sammuneita tulivuoria.

on muodostunut tuhansien kilometrien pituisia merenalaisia vuoristoja. Laattojen rajakohdassa, korkeimpien harjanteiden välissä, on rotkomainen laakso, jonka pohjalle purkautuu **laavaa**. Laavaksi kutsutaan sulaa kiviainesta, joka purkautuu tulivuoresta maanpinnalle tai merenpohjalle. Laattojen saumakohdasta purkautuva laava jähmettyy basaltiksi. Näin muodostuu uutta merenpohjaa. Syvemmällä magma jähmettyy gabroksi, josta laatan alaosa koostuu. Joskus laavaa purkautuu niin paljon, että muodostuu merenpinnan yläpuolelle kohoava tulivuorisaari. Suurin näin syntyneistä saarista on Islanti, joka alkoi kohota merestä Atlantin keskiselänteellä noin 12 miljoonaa vuotta sitten.

Merenpohjaa tutkimalla on saatu todisteita, jotka tukevat laattatektoniikkateoriaa. Pohjasta otetuista kivinäytteistä on havaittu, että merenpohja on sitä vanhempaa, mitä kauemmaksi keskiselänteeltä mennään. Eri kohdista merenpohjalta löytyneiden fossiilien iät sopivat myös teoriaan. Merenpohjan kallioperässä havaitaan maapallon magneettikentässä tapahtuneet muutokset. Maapallon magneettiset navat siirtyvät koko ajan ja samalla magneettikentän suunta muuttuu. Kun magma jähmettyy, siinä olevien rauta-atomien magneettinen suunta jää jähmettymishetkellä vallinneen magneettikentän suuntaiseksi.

Mantereilla laattojen erkanemiskohtiin muodostuu **hautavajoamia**. Myös siellä maisemia hallitsevat ylös kohonneiden laatan reunojen muodostamat lohkovuoristot, joiden väliin jää tuliperäinen rotkolaakso. Hautavajoamat ovat ensimmäinen askel mantereiden halkeamisessa. Halkeamisen eri vaiheet näkyvät hyvin Ison hautavajoaman alueella, joka ulottuu Kuolleenmeren laaksosta Punaisenmeren kautta Itä-Afrikkaan.

Pohjois-Amerikan ja Euraasian laattojen erkanemissauma Islannin Thingvellirissä.

Törmäysvyöhykkeellä muodostuu poimuvuoristoja

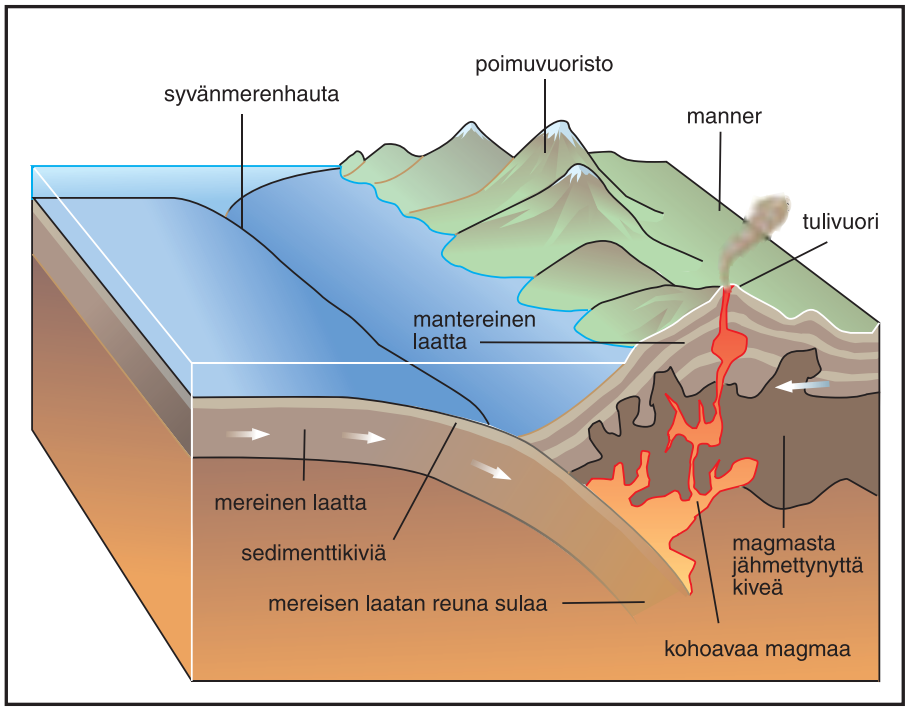
Sellaisissa laattojen rajakohdissa, joissa ei ole ylöspäin nousevia konvektiovirtauksia, astenosfäärin magmaa kylmempi merenpohjanlaatan reuna alkaa vajota astenosfääriin. Vajoava reuna vetää mukanaan koko laattaa. Nykyisen käsityksen mukaan juuri tämä painovoimaan perustuva veto on syynä laattojen liikkeisiin. Kokonaisuutena kyseessä on kierto, jossa maan sisäinen lämpöenergia saa aikaan magman kohoamisen ja litosfäärilaatan kasvun erkanemissauman alueella. Painovoiman vaikutuksesta laatan vanhimmat osat taas vajoavat takaisin astenosfääriin, josta niiden ainekset mahdollisesti joskus palaavat muodostamaan uutta laattaa.

Mereisen ja mantereisen laatan törmäyksestä esimerkkinä on Nazcalaatan ja Etelä-Amerikan laatan törmäys. Siinä raskaamman mereisen laatan reuna työntyy kevyemmän mantereisen laatan alle. Tällaisesta laattojen törmäyskohdasta käytetään nimitystä **alityöntövyöhyke**. Kun mereisen laatan reuna painuu voimakkaasti alaspäin, rannikon edustalle muodostuu **syvänmerenhauta**. Alaspäin työntyvän mereisen laatan mukana astenosfääriin kulkeutuu myös merenpohjalle kertyneitä kevyitä sedimenttikiviä. Astenosfäärin korkean lämpötilan vaikutuksesta mereisen laatan reuna alkaa sulaa. Varsinaiseen merenpohjaan kuuluvat basaltti ja gabro sekoittuvat sulaessaan astenosfääriin, mutta kevyemmistä merenpohjalle kerrostuneista kivistä muodostuva sula kiviaines alkaa nousta litosfäärilaatan halkeamia pitkin ylöspäin ja purkautuu maanpintaan laavana. Näin syntyvät alityöntövyöhykkeelle tyypilliset **tulivuoret**. Törmäyksen jatkuessa rannikon edustalle kerrostuneet merenpohjan sedimentit kohoavat merenpinnan yläpuolelle ja poimuttuvat. Näin on syntynyt Andien kaltainen korkea **poimuvuoristo**.

Samanlainen alityöntövyöhyke syntyy myös silloin, kun kaksi mereistä laattaa törmää toisiinsa, kuten Tyynenmeren ja Filippiinien laatan törmäyksessä. Sielläkin muodostuu syvänmerenhautoja, joista syvin on Mariaanien hauta (11 034 m). Päällimmäiseksi jäävän Filippiinien laatan reunalle muodostuu tulivuoria. Useimmissa kohdissa niiden huiput yltävät vain hieman merenpinnan yläpuolelle. Näistä tulivuorista muodostuu kaareva saarijono, josta käytetään nimitystä **saarikaari**. Tyynenmeren länsiosassa on useita peräkkäisiä saarikaaria. Japaniin kuuluvat saaret ovat kaikki syntyneet tällä tavoin.

Laattojen alityöntövyöhyke Etelä-Amerikan länsirannikolla

Alityöntövyöhyke

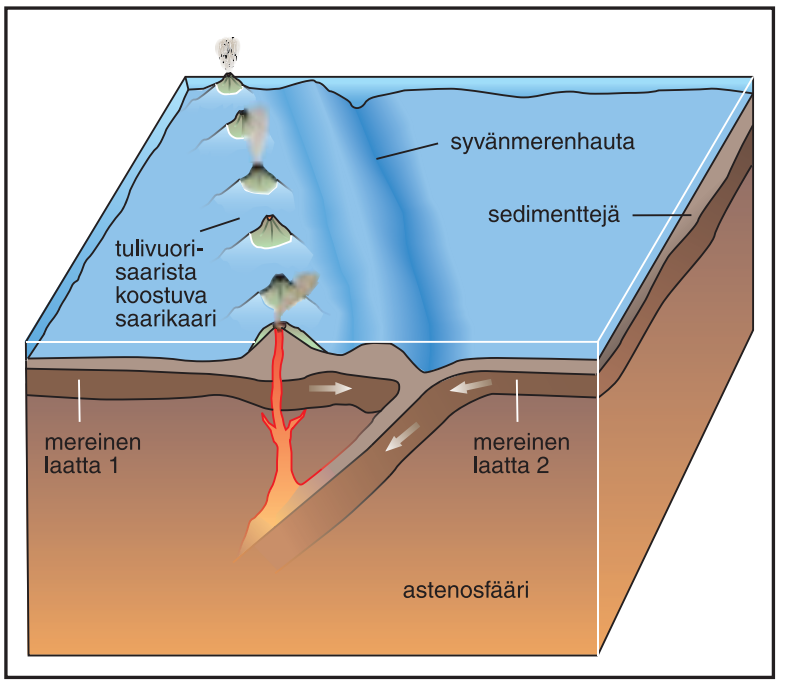


Alityöntövyöhykkeessä mereisen laatan reuna painuu mantereisen laatan reunan alle ja sulaa.

Andien poimuvuoriston teräviä huippuja Torres del Painen kansallispuistossa Etelä-Chilessä.

Tyynenmeren saarikaaret

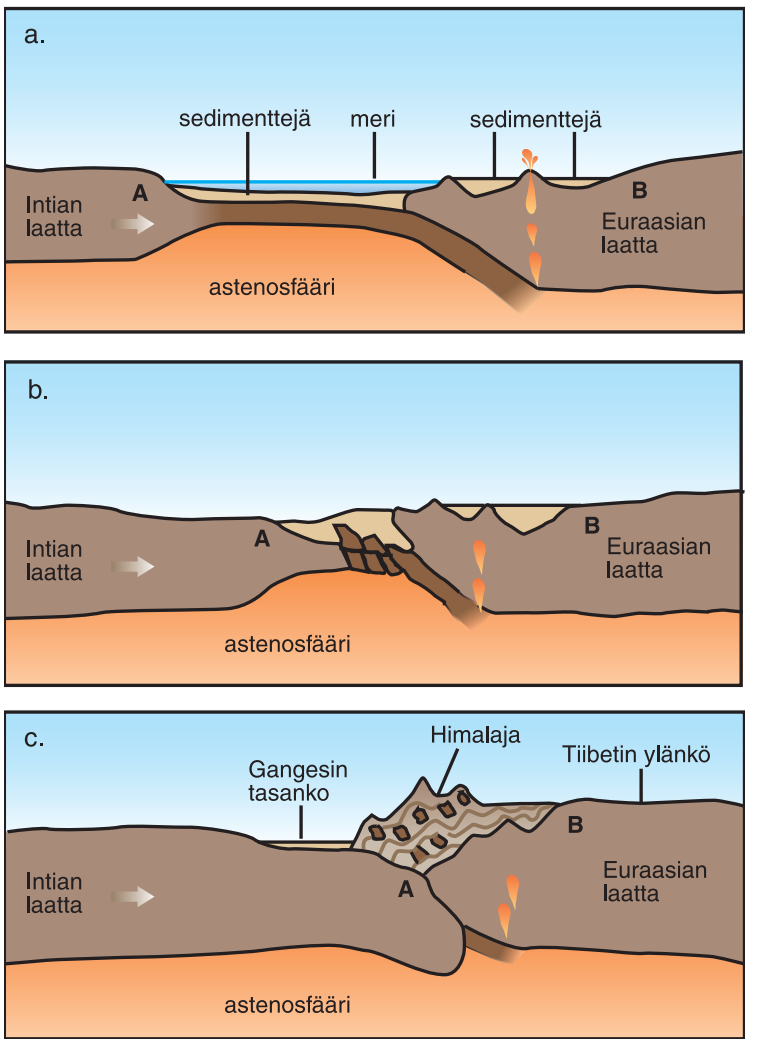
Saarikaaren synty



Saarikaari syntyy kahden mereisen laatan törmäyksessä.

Kahden mantereisen laatan törmäyksestä esimerkkinä on Intian ja Euraasian laatan törmäys, jonka tuloksena on muodostunut maailman korkein poimuvuoristo, Himalaja. Mantereisten laattojen törmäyksessä kumpikaan laatoista ei vajoa, vaan niiden reunat kohoavat ylöspäin ja poimuttuvat useaksi laattojen reunan suuntaiseksi vuorijonoksi. Vuorten poimuttuessa muodostuu ensin pystyasentoisia, ryppyyn menevän maton kaltaisia poimuja, jotka lopulta kaatuvat toistensa päälle. Liikkeen jatkuessa poimut murtuvat juurestaan ja liukuvat toistensa päälle. Näin muodostuu monimutkaisia kerrosrakenteita, joissa alun perin merenpohjalle kerrostuneita kivilajeja voi löytyä kilometrien korkuisten vuorten huipulta.

Kahden mantereisen laatan törmäys

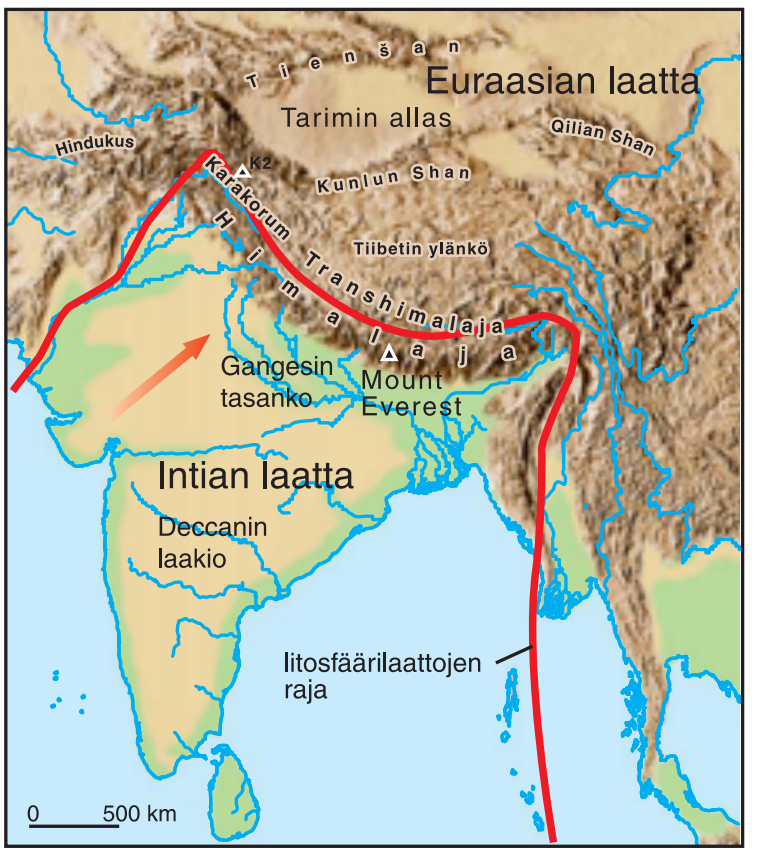


a. Mantereisten laattojen törmäystä on edeltänyt laattojen mereisten osien törmäys. Euraasian laatan reunaan muodostui tulivuoria.
b. Laattojen lähestyessä toisiaan niiden välinen meri hävisi. Intian laatan mereinen osa pirstoutui. Laattojen reunat alkoivat kohota.
c. Laattojen välissä olleen meren pohjalle kerrostuneet sedimentit poimuttuivat Euraasian laatan päälle Himalajan vuoristoksi. Euraasian laatta kohosi ja muodostui Tiibetin ylänkö.

Korkeimpia poimuvuoristoja

Vuoristo	Korkein huippu	Korkeus merenpinnasta (m)
Himalaja	Mt. Everest	8 850
Andit	Aconcagua	6 960
Alaskanvuoret	McKinley	6 194
Kaukasus	Elbrus	5 642
Alpit	Mt. Blanc	4 807
Kalliovuoret	Mt. Elbert	4 399

Intian laatan ja Euraasian laatan törmäyskohta



Sivuamiskohdissa laatat hankautuvat toisiaan vasten

Pintaa, jota pitkin maankuoren osat liikkuvat toisiinsa nähden, kutsutaan **siirrokseksi**. Siirroksia esiintyy kaikissa laattojen rajakohdissa, sekä erkanemis-, törmäys- että sivuamiskohdissa. Niitä on kallioperän murtumien seurauksena myös laattojen sisäosissa. Suomenkin kallioperässä on paljon pystysuuntaisia siirroksia, joiden liikahdukset voivat aiheuttaa heikkoja maanjäristyksiä.

Tunnetuin litosfäärilaattojen saumakohdassa oleva siirros on Kaliforniassa sijaitseva San Andreasin siirros. Kalifornian rannikkoalueet ja Kalifornian niemimaa sijaitsevat Tyynenmeren laatalla, joka liikkuu luoteeseen suhteessa Pohjois-Amerikan laattaan.

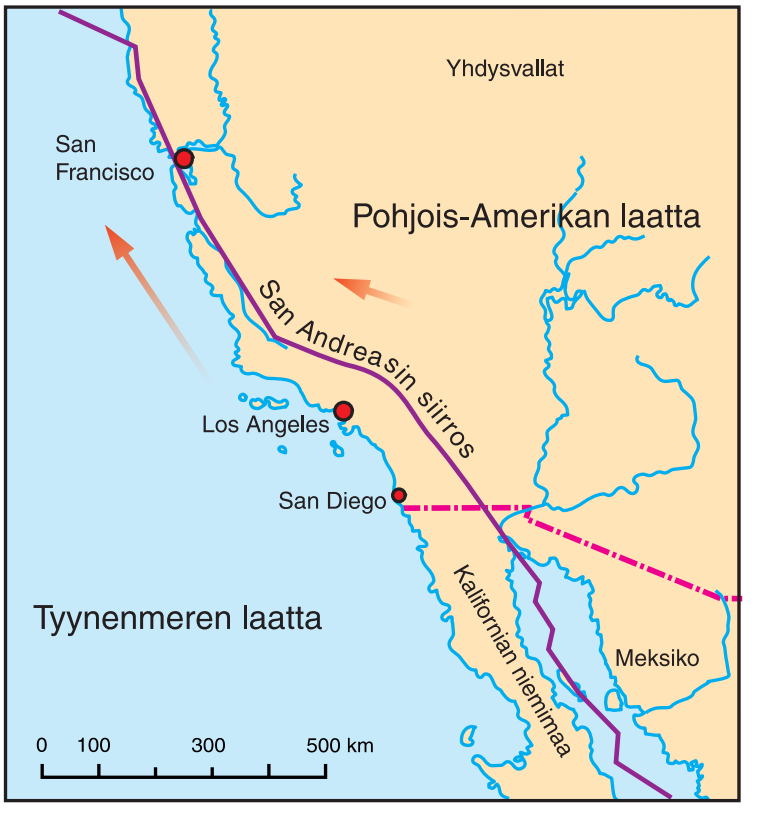
Maanjäristykset johtuvat litosfäärilaattojen äkillisistä liikkeistä

Litosfäärilaattojen rajakohdissa liike ei tapahdu jatkuvasti, vaan laatat ovat kitkan vaikutuksesta jumiutuneet kiinni toisiinsa. Kun laattojen liikkeen aiheuttama jännitys kasvaa riittävän suureksi, kitka ei riitä pitämään laattoja paikoillaan. Laatat voivat liikkua tuolloin sekunnin murto-osassa useita metrejä. Seurauksena on **maanjäristys**.

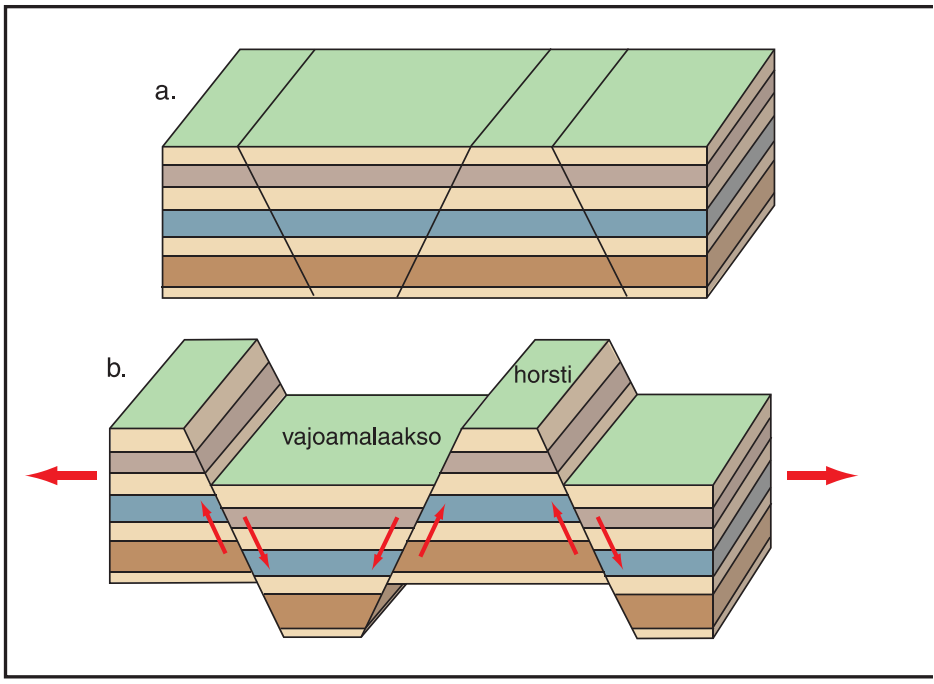
Maanjäristyksiä tapahtuu eniten litosfäärilaattojen reuna-alueilla, erityisesti **Tyynenmeren tulirenkaaksi** kutsutulla alueella. Maanjäristykset ovat ihmisen kannalta tuhoisimpia luonnonmullistuksia. Voimakkaissa, tiheään asutuilla alueilla tapahtuvissa maanjäristyksissä voi kuolla kymmeniätuhansia, joskus jopa satojatuhansia ihmisiä. Järistysten voimakkuutta mitataan **Richterin asteikolla**.

Maanjäristyksessä vapautuva energia saa aikaan aaltoliikkeen, joka kulkee järistyskohdasta kaikkiin suuntiin, sekä vaaka- että pystysuunnassa. Sitä litosfäärilaatan kohtaa, jossa järistyksen aiheuttava liikahdus tapahtuu, kutsutaan **hyposentrumiksi**. Järistys etenee hyposentrumista kahdenlaisena aaltoliikkeenä. Nopeimmin etenevät **P-** eli **primaariaallot** ovat pitkittäistä aaltoliikettä. Ne voivat kulkea sekä kiinteässä että nestemäisessä aineessa. **S-** eli **sekundaariaallot** ovat poikittaista aaltoliikettä ja kulkevat vain kiinteässä aineessa.

San Andreasin siirros



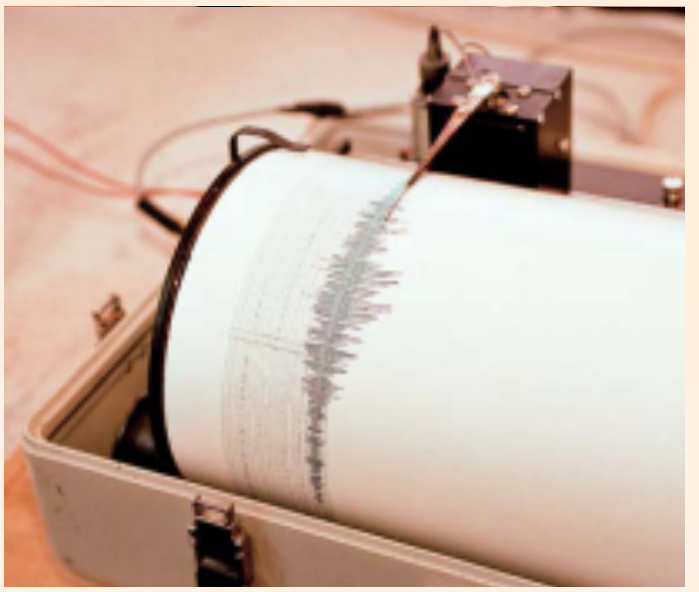
Lohkovuoriston synty



Lohkoliikunnoiksi kutsutaan maankuoren pystysuoria liikuntoja. Laattojen liikkeiden aiheuttama puristus saa aikaan sen, että murtumalinjojen rajaamat kallioperän lohkot joko nousevat ylös horsteina tai vajoavat alaspäin, jolloin muodostuu vajoamalaaksoja. Lohkoliikuntoja voi tapahtua myös litosfäärilaattojen keskiosissa. Suomessa Saariselän tunturit ovat horsteja ja Inarinjärvi vajoamalaakso.

Richterin asteikko

Richterin asteikko on logaritminen asteikko, jossa lukema 5 tarkoittaa kymmenen kertaa voimakkaampaa järistystä kuin lukema 4. Näin ollen voimakkuudeltaan 9 suuruinen järistys on 100 000 kertaa voimakkaampi kuin järistys, jonka voimakkuus on 4. Voimakkain mitattu maanjäristys tapahtui Chilessä vuonna 1960. Sen voimakkuus oli 9,5 Richterin asteikolla.



Voimakkaan maanjäristyksen aiheuttamat tärähdysaallot voidaan mitata kaikkialla maapallolla tarkkojen mittalaitteiden, seismografien avulla.

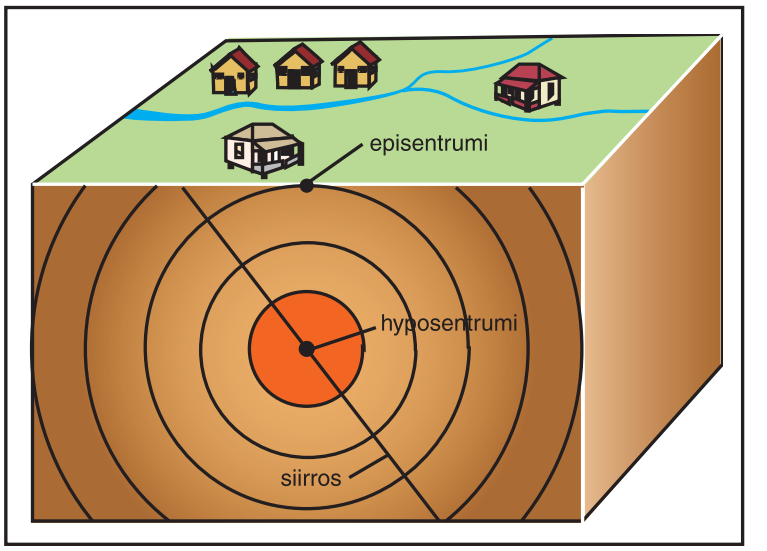
Järistyksen vaikutus

Voimakkuus Richterin asteikolla	Havaittu vaikutus
Alle 3,0	Havaitaan vain mittalaitteilla.
3,0–3,9	Voidaan havaita sisätiloissa. Ei yleensä aiheuta vahinkoja.
4,0–4,9	Ikkunat helisevät. Ei aiheuta merkittäviä vahinkoja.
5,0–5,9	Aiheuttaa vaurioita rakennuksiin. Astioita särkyy.
6,0–6,9	Rakennuksia voi sortua. Kuolonuhreja tiheään asutuilla alueilla.
7,0–7,9	Rakennuksia ja siltoja sortuu laajoilla alueilla.
Yli 8,0	Episentrumissa täydellinen tuho, vakavia vaurioita satojen kilometrien säteellä.

Suoraan hyposentrumin yläpuolella maanpinnalla on **episentrumi**, jossa maanjäristys koetaan voimakkaimpana. Episentrumista lähtevät liikkeelle hitaat **L-** eli **pinta-aallot**, jotka aiheuttavat eniten tuhoa tuottavan maanpinnan heilahtelun.

Meren alla tapahtuva maanjäristys voi aiheuttaa hyökyaallon eli **tsunamin**.

Hyposentrumi ja episentrumi



Vulkanismi tarkoittaa tuliperäisyyttä

Vulkanismilla eli tuliperäisyydellä tarkoitetaan tulivuorten ja kuumien lähteiden toimintaa sekä muualta kuin tulivuorista tulevia kaasu- ja laavapurkauksia. Tulivuoria esiintyy litosfäärilaattojen rajakohdissa sekä erkanemis- että törmäysvyöhykkeillä.

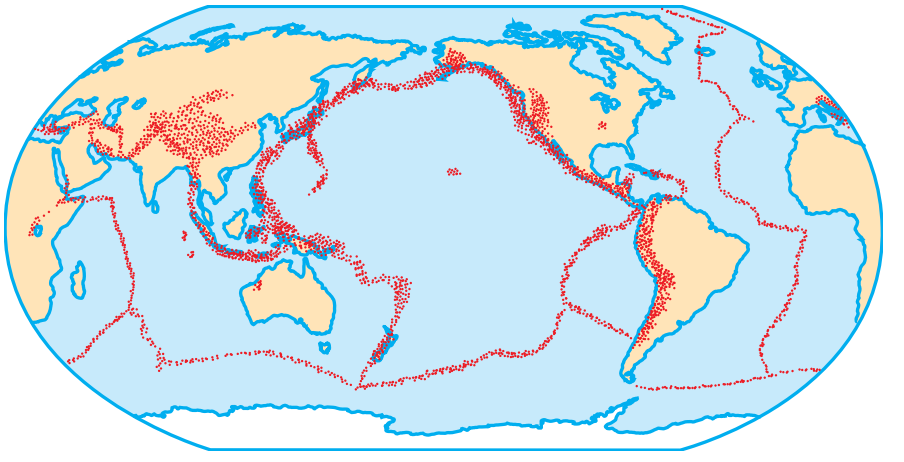
Laattojen erkanemisvyöhykkeellä purkautuva laava on peräisin astenosfääristä. Tällainen basalttinen laava on kuumaa ja herkkäliikkeistä. Siksi se leviää laajalle alueelle ja muodostaa loivarinteisiä **kilpitulivuoria**. Erkanemisvyöhykkeellä maankuori saattaa revetä kilometrien matkalta, jolloin laavaa purkautuu valtavia määriä. Joskus purkaukset ovat voineet kestää yli kaksi miljoonaa vuotta. Näin ovat syntyneet **basalttilaakiot**, kuten Intiassa sijaitseva Deccanin laakio, joka on pinta-alaltaan suurempi kuin Suomi.

Törmäysvyöhykkeellä purkautuvassa laavassa on sekaisin mantereisesta laatasta ja mereisestä laatasta peräisin olevaa kiviainesta. Tällainen laava on hidasliikkeistä ja sitkeää. Tulivuoren purka-

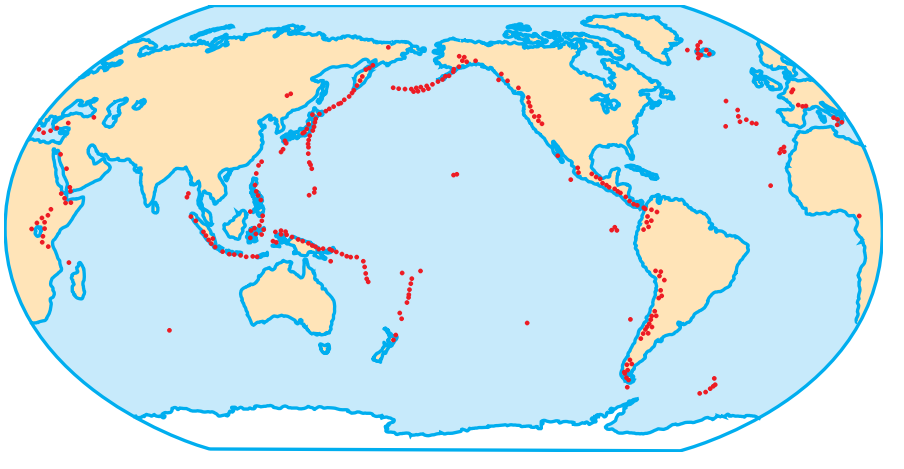
ukset ovat usein rajuja, koska sitkeä ja nopeasti jähmettyvä laava muodostaa helposti tulpan tulivuoren purkausaukkoon. Purkautuvaan laavaan on sekoittunut runsaasti kaasuja, hiilidioksidia, rikkidioksidia ja vesihöyryä. Kaasut synnyttävät purkausaukon tukkeutuessa kovan paineen, joka voi pahimmillaan aiheuttaa räjähdysmäisen purkauksen.

Laattojen alityöntövyöhykkeellä on runsaasti **kerrostulivuoria**. Niiden rakenteessa vuorottelevat tuhka- ja laavakerrokset. Ne ovat korkeita ja kartion muotoisia. Kerrostulivuorista sinkoutuu ulos laavaroiskeita, jotka jähmettyvät ilmassa ja putoavat maahan vulkaanisina pommeina. Vaarallisin purkaustuote on **pyroklastinen pilvi**, joka koostuu vulkaanisesta tuhkasta, sulista laavapisaroista ja myrkyllisistä purkauskaasuista. Sen lämpötila on useita satoja asteita ja se etenee jopa 150 km/h. Sisiliassa sijaitseva Etna ja Japanissa sijaitseva Fuji ovat tyypillisiä kerrostulivuoria.

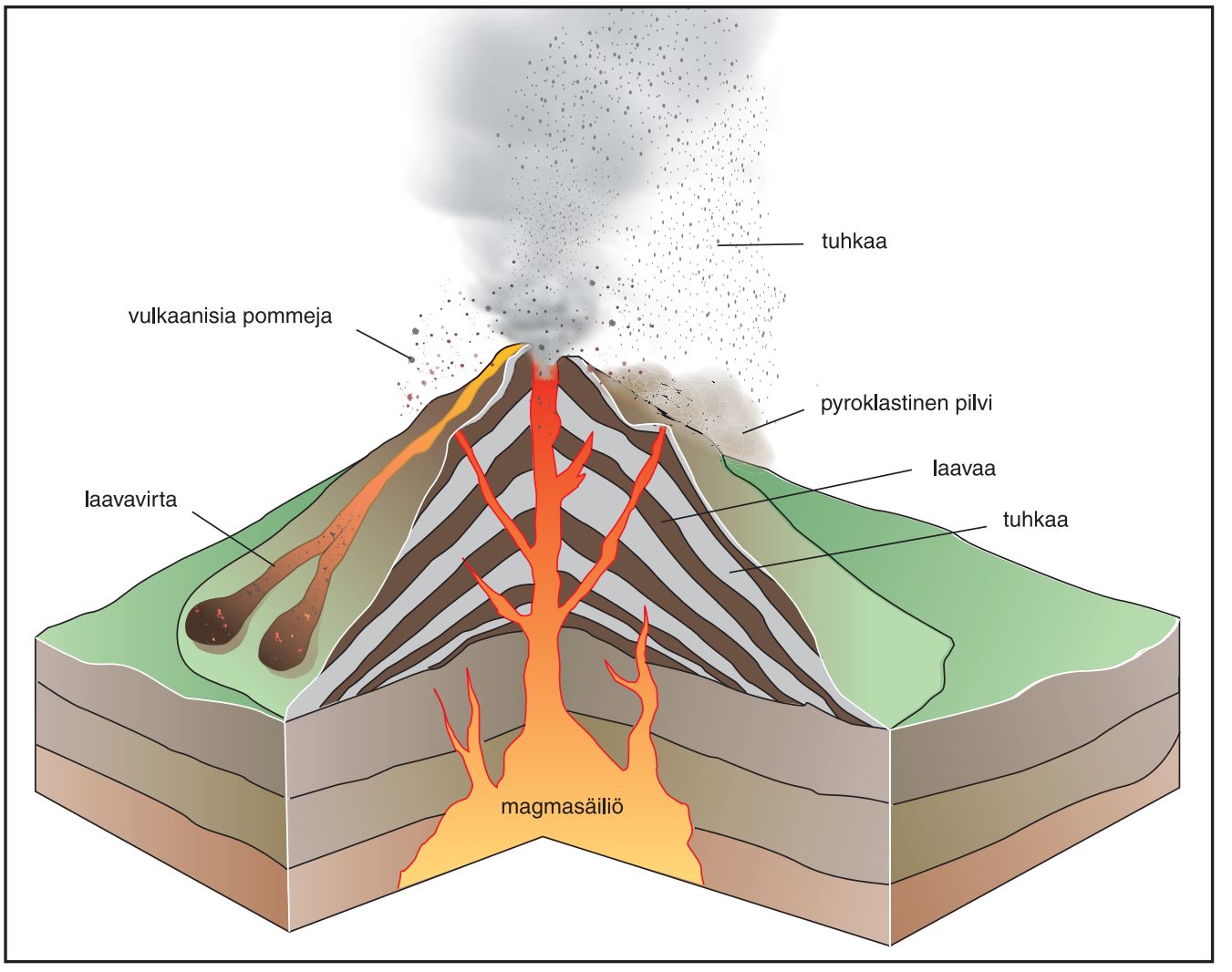
Maanjäristysalueet



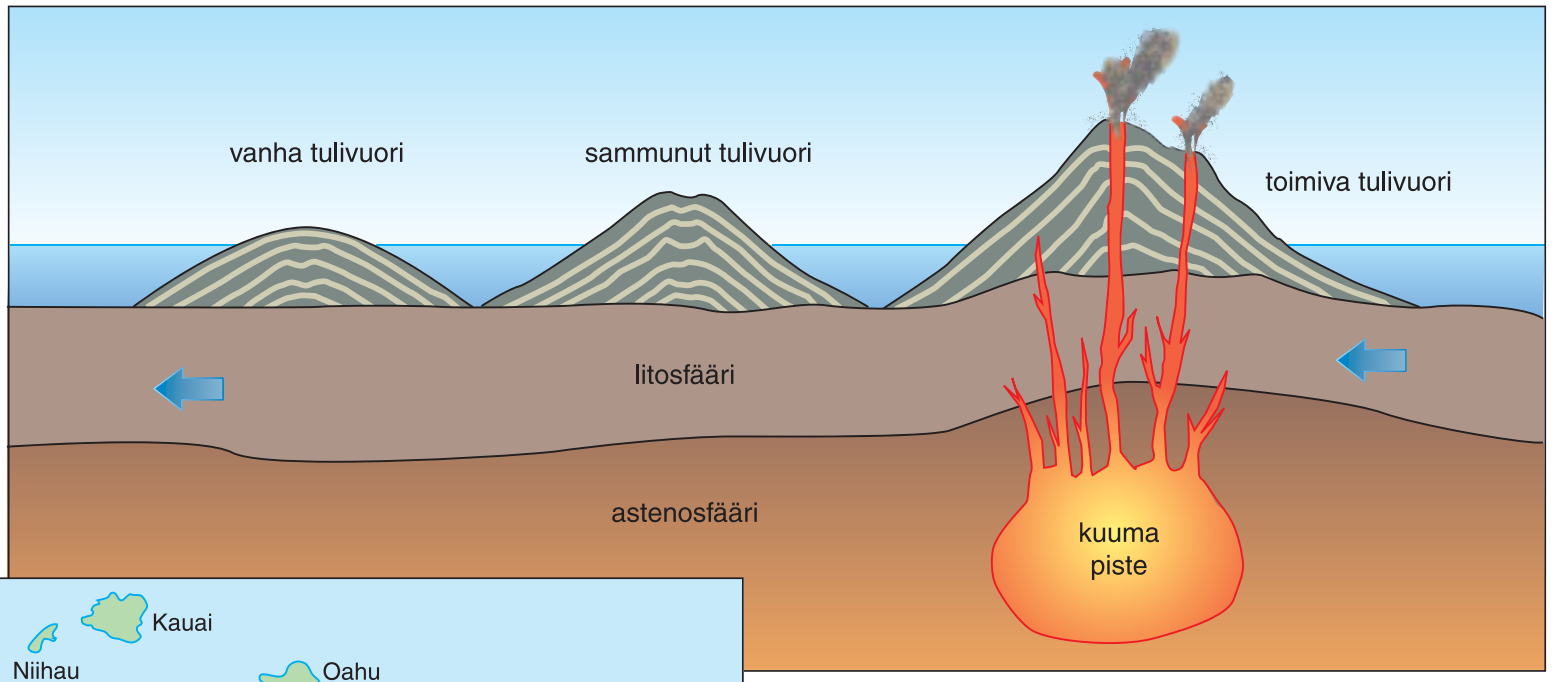
Tulivuoret

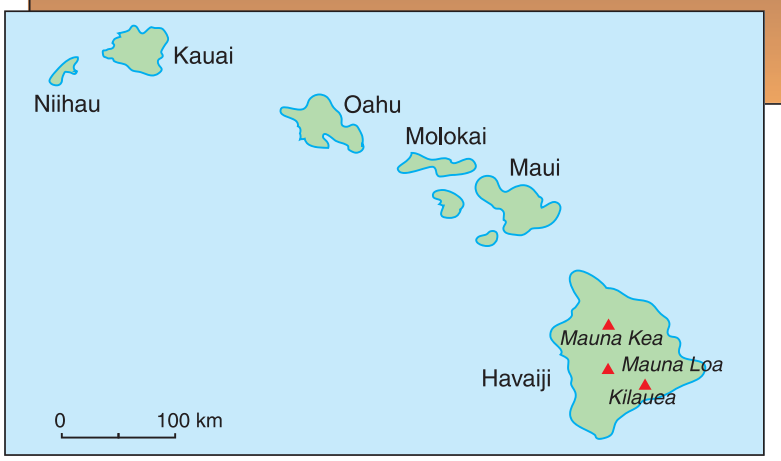


Kerrostulivuoren rakenne



Kuuman pisteen tulivuorisaarten synty





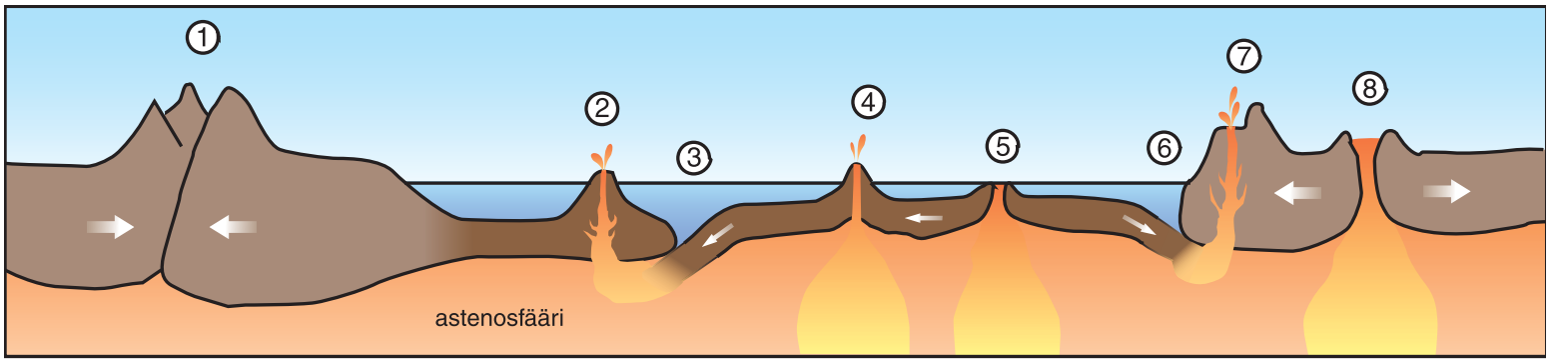
Litosfäärilaatta liikkuu kuuman pisteen yli oikealta vasemmalle. Havaijin saariryhmän tulivuorista aktiivisia ovat Mauna Loa ja Kilauea. Aiemmin kuuman pisteen yläpuolella olleet tulivuoret muodostavat saariketjun.

Kuumaksi pisteeksi kutsutaan litosfäärin alla olevaa kohtaa, jossa syvältä vaipasta peräisin olevaa magmaa kohoaa ylöspäin. Kuuman pisteen kohdalle muodostuu tulivuori. Kun litosfäärilaatta liikkuu, tulivuori siirtyy vähitellen pois kuuman pisteen päältä ja sammuu. Kuuman pisteen kohdalle alkaa kehittyä uusi aktiivinen tulivuori. Näin muodostuu eri-ikäisten tulivuorten muodostama ketju. Tunnettuja kuuman pisteen kohdalle muodostuneita saariketjuja ovat esimerkiksi Havaiji, Galapagossaaret ja Kanariansaaret.

Siellä, missä lähellä maanpintaa oleva magma lämmittää pohjavettä, esiintyy **kuumia lähteitä**. Kuumien lähteiden lämmöstä saadaan energiaa. Jos pohjavesi lämpenee yli sata-asteiseksi ja

Islannissa sijaitseva Geysir suihkuttaa kiehuvan kuumaa vettä jopa 60 metrin korkeuteen.

Litosfäärilaattojen liikkeiden synnyttämät muodostumat



1. Kahden mantereisen laatan törmäyskohtaan muodostuu poimuvuoristo.
2. Kahden mereisen laatan törmäyskohtaan muodostuu tulivuorisaarista koostuva saarikaari.
3. Saarikaaren edustalle muodostuu kilometrien syvyisiä syvänmerenhautoja.
4. Mereisen laatan alla olevan kuuman pisteen kohdalle muodostuu tulivuorisaari.
5. Valtameren keskiselänteellä laatat liikkuvat poispäin toisistaan. Laattojen väliseen saumaan purkautuu astenosfääristä magmaa, joka jähmettyessään muodostaa uutta merenpohjaa.
6. Mereisen ja mantereisen laatan törmäyskohtaan muodostuu rannikon edustalle syvänmerenhauta.
7. Kun mantereisen laatan alle työntyvän mereisen laatan reuna sulaa, sen kiviaines kohoaa ylöspäin ja syntyy tulivuoria. Mantereisen laatan reunaan muodostuu myös poimuvuoristo.
8. Mantereisen laatan alla oleva kuuma piste saa aikaan laatan repeämisen. Muodostuu jyrkkäreunainen hautavajoama, jossa kahtia jakautuneen mantereisen laatan osat liikkuvat poispäin toisistaan.

sillä on sopivanmuotoinen purkauskanava maanpinnalle, voi muodostua kuuma suihkulähde eli **geysir**. Nimitys tulee Islannissa sijaitsevan Geysir-suihkulähteen mukaan. Kuumia suihkulähteitä on Islannin lisäksi esimerkiksi Yhdysvalloissa Yellowstonen kansallispuistossa.

Kuumien lähteiden vedestä tai tuliperäisten alueiden maankamarasta saatavaa lämpöä kutsutaan **geotermiseksi energiaksi**.

Pohdittavaa

1. Mitä todisteita voidaan esittää laattatektoniikkateorian tueksi?
2. Millä perusteella voidaan ennustaa, että Afrikan manner voi tulevaisuudessa jakautua kahtia?
3. Olisitko itse valmis matkustamaan tuliperäiselle alueelle? Perustele vastauksesi.

Tiivistelmä

- Litosfääri on jakautunut litosfäärilaatoiksi, jotka liikkuvat toisiinsa nähden 2–15 cm vuodessa.
- Valtamerten keskiselänteillä laatat erkanevat toisistaan. Laattojen väliin purkautuu sulaa kiveä eli magmaa.
- Laattojen törmäyskohdissa, alityöntövyöhykkeillä, muodostuu syvänmerenhautoja, tulivuoria ja poimuvuoristoja.
- Kun laattojen rajakohdassa tapahtuu äkillinen liikahdus, syntyy maanjäristys. Jos liikahdus tapahtuu merenpohjalla, voi tuloksena olla hyökyaalto eli tsunami.
- Pintaa, jota pitkin maankuoren osat pääsevät liikkumaan toistensa ohi, kutsutaan siirrokseksi. Siirros voi olla vaaka- tai pystysuuntainen.
- Tulivuoria muodostuu alityöntövyöhykkeillä, erkanemisvyöhykkeillä ja kuumien pisteiden kohdalla.

Kiviaineksen kiertokulku

Riimukivi, Öölanti, Ruotsi

Varmin tapa tallettaa tietoa tuleville sukupolville on hakata se tekstinä kiveen. Ihmisen aikaperspektiivissä kivet kestävät ikuisesti. Kun vaihdetaan aikaskaala miljooniin vuosiin, huomataan, että kivilläkin on oma elinkaarensa.

Kivilajit jaotellaan syntytavan mukaan

Kivet koostuvat **mineraaleista**. Suomen yleisimmän kivilajin graniitin mineraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet. Kovassa kuumuudessa mineraalit ovat sulassa muodossa, mutta kiviaineksen jäähtyessä ne kiteytyvät. Mineraalikiteen muoto määräytyy sen kemiallisen rakenteen mukaan. Mitä nopeammin kiviaines jäähtyy, sitä nopeammin mineraali saa kiderakenteensa. Nopeasti syntyvät kiteet jäävät mikroskooppisen pieniksi. Hitaasti jähmettyvän kiviaineksen mineraalit saavat aikaa kiteytyä ja kiteet ehtivät kasvaa suuriksi.

Uutta kiveä syntyy eniten litosfäärilaattojen saumakohdissa valtameren keskiselänteillä ja laattojen törmäysalueilla. Kivet ryhmitellään **kivilajiryhmiin** syntytapansa perusteella.

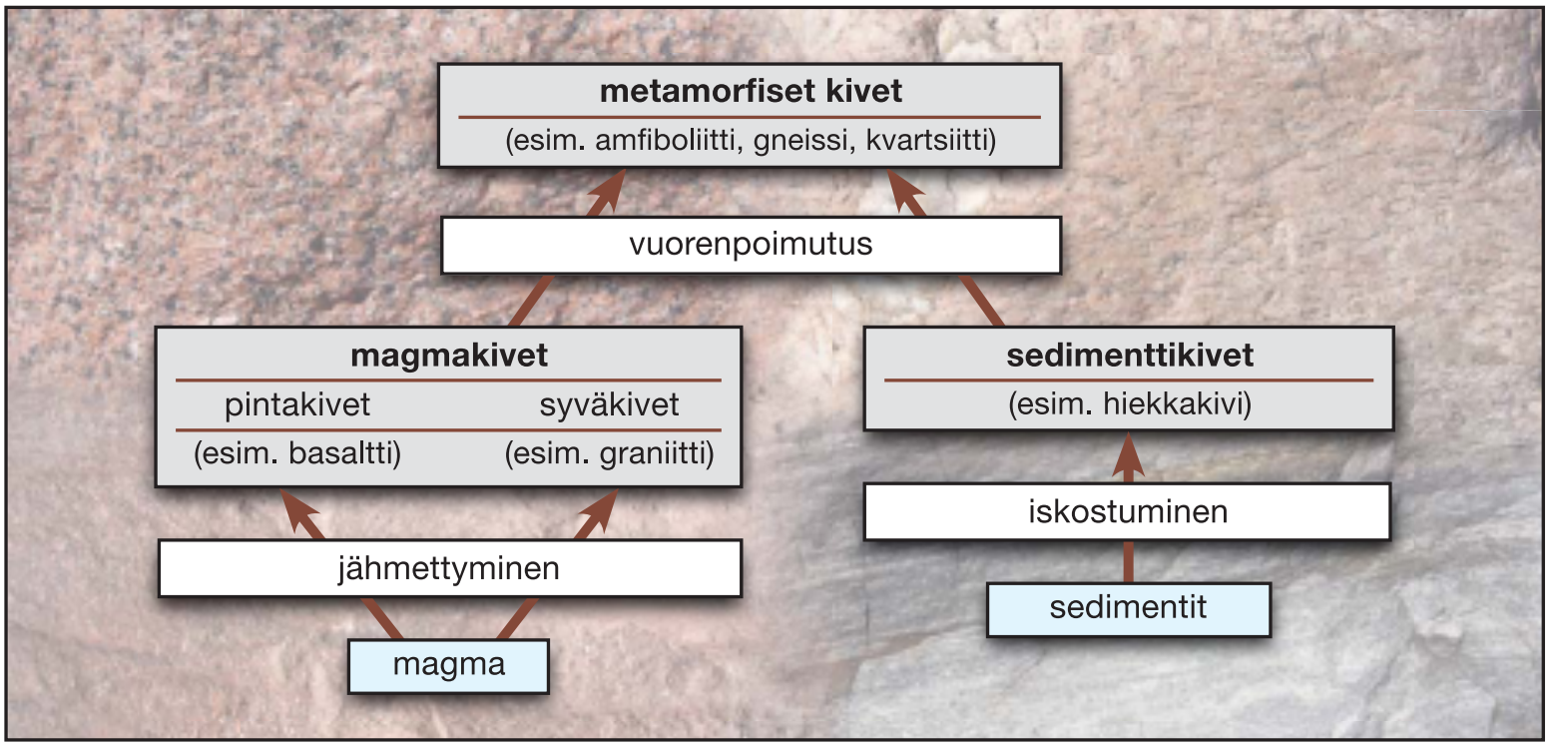
Jähmettyneet kivet eli **magmakivet** syntyvät kiteytymällä sulasta kiviaineksesta eli magmasta. Tästä syystä niitä kutsutaan myös kiteisiksi kiviksi. Valtameren keskiselänteellä konvektiovirtauksen nostattama laava jähmettyy kiveksi, kun se leviää merenpohjalle. Samalla tavalla tulivuoresta purkautuva laava jähmettyy tullessaan maanpinnalle. Molemmissa tapauksissa jähmettyminen tapahtuu nopeasti. Tällä tavoin syntyvät **pintakivet**. Pintakivissä mineraalikiteet jäävät pieniksi ja siksi kiviaines näyttää rakenteeltaan yhtenäiseltä. Niissä voi olla myös laavan sisään jääneiden kaasujen aiheuttamia reikiä ja kuoppia. Pintakivilajeja ovat esimerkiksi basaltti ja hohkakivi.

Magmakivilajeihin kuuluvat myös **syväkivet**, jotka jähmettyvät hitaasti. Silloin kiveen ehtii syntyä kiderakenne ja kiteet kasvavat suuriksi. Näin tapahtuu erityisesti litosfäärilaattojen alityöntövyöhykkeessä, jossa mereisen laatan reuna sulaa syvällä maan kuoren alla ja sulattaa samalla mantereisen laatan reunan kiviainesta. Sula kiviaines kohoaa kevyenä hitaasti ylöspäin ja alkaa vähitellen jähmettyä. Näin on syntynyt esimerkiksi graniitti, jonka koostumuksessa isokokoiset mineraalikiteet erottuvat paljain silmin.

Sedimenttikivet eli **kerrostuneet kivet** syntyvät, kun irralliset maalajikerrostumat eli sedimentit kovettuvat eli iskostuvat kiveksi maakerrostumien alaosien kovassa paineessa. Suurin osa sedimenttikivistä syntyy merenpohjalle, jonne irtaimet maa-ainekset päätyvät virtaavan veden kuljettamina. Kivien rakenteessa näkyy selvä kerroksellisuus. Sedimenttikivet nimetään usein raekokonsa mukaan, esimerkiksi hiekkakivi ja savikivi. Sedimenteissä voi olla mukana myös eloperäisiä aineksia. Esimerkiksi simpukoiden kalkkikuorista syntyy kalkkikiveä.

Litosfäärilaattojen törmäysalueilla laattojen reunaosien kiviaines joutuu kovaan paineeseen ja kuumuuteen. Silloin kiven kiderakenne rikkoutuu ja järjestyy uudelleen ja syntyy **muuttuneita** eli **metamorfisia kiviä**. Laattojen alityöntövyöhykkeessä merenpohjan sedimenttikivet eivät vajoa alas astenosfääriin, vaan ne muuttuvat vuorenpoimutuksessa muiksi kiviksi. Esimerkiksi hiekkakivestä tulee kvartsiittia ja kalkkikivestä marmoria. Myös magmakivet voivat joutua vuorenpoimutukseen joko alityöntövyöhykkeellä tai kahden mantereisen laatan törmätessä toisiinsa. Tällöin esimerkiksi graniitista muodostuu gneissiä.

Kivilajien ryhmittely synnyn mukaan



Magmakivet syntyvät jähmettymällä magmasta ja sedimenttikivet iskostumalla sedimenteistä. Metamorfiset kivet syntyvät muista kivistä vuorenpoimutuksessa.

Metamorfisten kivien synty

graniitti

gneissi

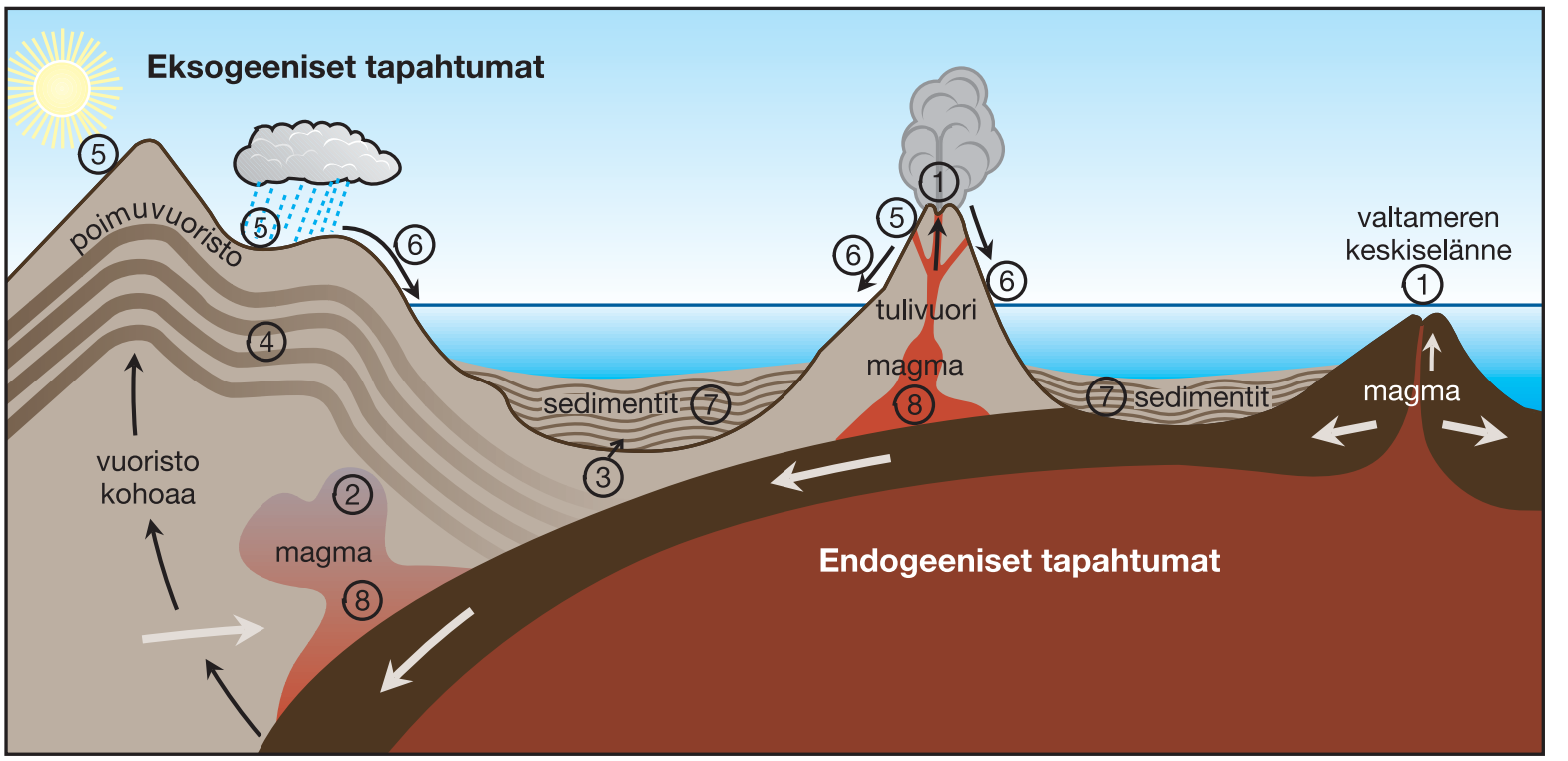
hiekkakivi

kvartsiitti

kalkkikivi

marmori

Kiviaineksen kiertokulku



Kiviä syntyy joko jähmettymällä sulasta kiviaineksesta eli magmasta pintakiviksi (1) tai syväkiviksi (2), iskostumalla eli kovettumalla sedimenteistä (3) tai muuttumalla muista kivistä vuorenpoimutuksissa (4). Eri tavoin muodostunut uusi kallioperä joutuu eksogeenisten voimien kohteeksi, jolloin sen pinta rapautuu (5) ja siitä irtoaa kiviä ja soraa. Näin käy paljaalle kallioperälle esimerkiksi poimuvuoriston rinteillä ja huipulla. Rapautumistuotteina syntyy irtainta kiviainesta, joka lähtee liikkeelle joko painovoiman aiheuttamana massaliikuntona tai virtaavan veden tai liikkuvan jään kuljettamana (6). Hienoin aines voi myös kulkea tuulen mukana. Lopulta irtain maa-aines kulkeutuu virtaavan veden mukana mereen ja muodostaa sedimenttikerroksia (7) merenpohjalle.
Sedimenttikerrokset kulkeutuvat merenpohjan litosfäärilaatan mukana laattojen törmäyskohtaan. Sedimentit ovat kevyttä kiviainesta, joten ne eivät vajoa konvektiovirtauksen mukana alas, vaan joko sulavat (8) tai muuttavat kovassa paineessa muotoaan. Silloin syntyy magmaa sekä uudenlaisia muuttuneita kiviä ja kierto alkaa alusta.

Tiivistelmä

- Kivilajit voivat muuttua toisiksi kivilajeiksi.
- Kivilajit ryhmitellään syntynsä mukaan magmakiviin, sedimenttikiviin ja metamorfisiin kiviin.
- Magmakivet syntyvät sulasta magmasta jähmettymällä: pintakivet nopeasti ja syväkivet hitaasti.
- Sedimenttikivet syntyvät, kun irtain kiviaines iskostuu kiveksi.
- Metamorfiset kivet syntyvät muista kivilajeista vuorenpoimutuksissa.
- Kiviaines on maapallolla jatkuvassa hitaassa kiertokulussa.

Pohdittavaa

1. Selitä, mitä hiekansirulle voi tapahtua kiviaineksen kiertokulussa.
2. Millä perusteella voidaan väittää, että kivet ovat ikuisia? Millä perusteella tämä väite voidaan kumota?

Eksogeeniset tapahtumat

Jericoacoara, Brasilia

Hiekkarannalla tulemme tuskin pohtineeksi, mistä hiekka on peräisin. Hiekka koostuu oikeastaan pienistä, hieman pyöristyneistä kivistä, jotka esimerkiksi mannerjäätikkö on murskannut irti kallioiden pinnasta. Sen jälkeen joet ovat kuljettaneet ja lajitelleet hiekkaa ja saaneet sen rakeet pyöristymään. Joen pyöristystyötä jatkavat rantaa huuhtovat aallot ja hiekanjyviä pyörittävä tuuli.

Eksogeeniset tapahtumat muokkaavat maanpintaa

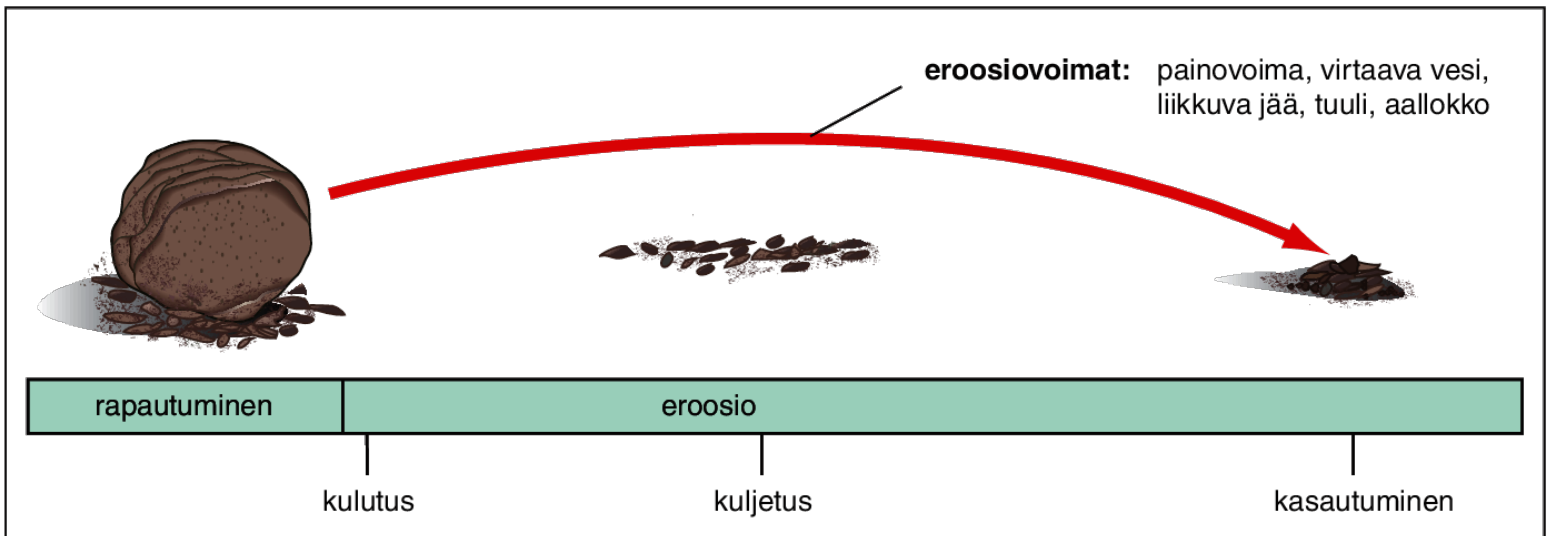
Maapallon pintaa muokkaavat ulkoiset eli **eksogeeniset** tapahtumat saavat energiansa joko suoraan tai välillisesti Auringosta ja Maan painovoimasta. Rapautuminen ja eroosio ovat eksogeenisia tapahtumia. Rapautuminen on kivien ja kallioperän hajoamista. **Eroosiosta** puhutaan vasta sitten, kun rapautumistuotteet lähtevät liikkeelle. Liikkeen aiheuttajina ovat eroosiovoimat eli virtaava vesi, liikkuva jää, tuuli, aallokko ja painovoima. Ne kuluttavat, kuljettavat ja kasaavat rapautunutta maa-ainesta paikasta toiseen. Enimmäkseen ne tasoittavat maanpinnan muotoja.

Rapautuminen murentaa kallioperää ja kiviä

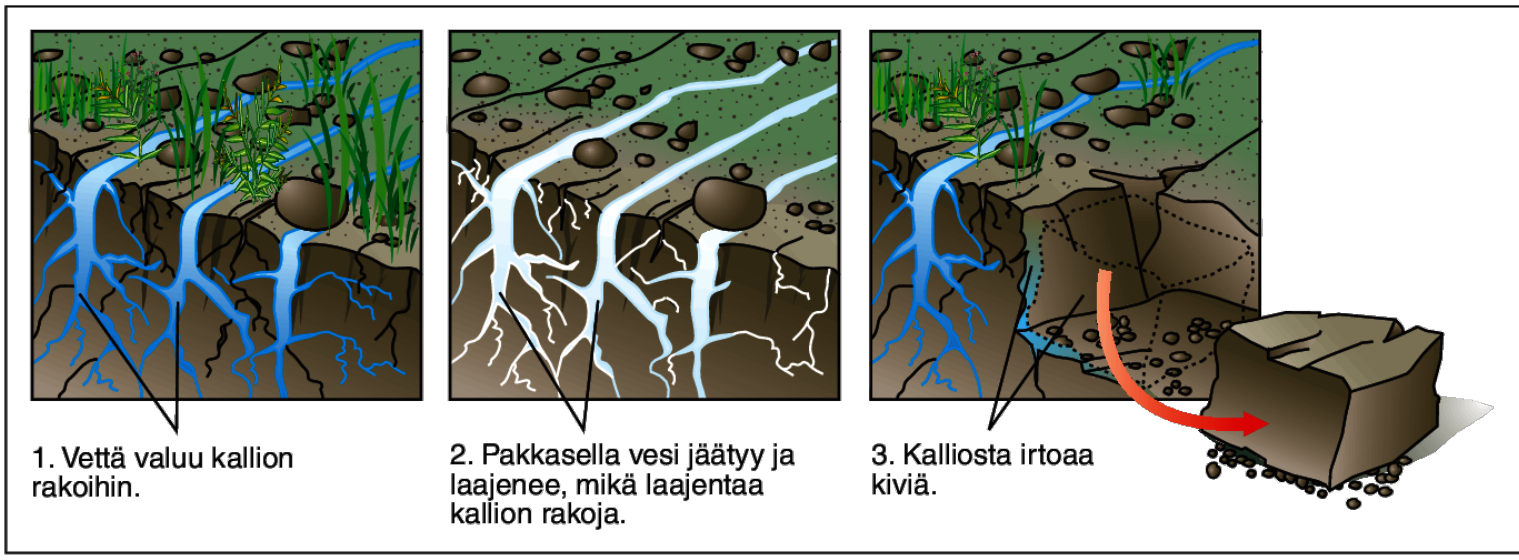
Rapautuminen on kallioperän ja kivien hajoamista pienempiin osiin. Sen tuloksena syntyy kivennäismaalajeja, kuten soraa, hiekkaa ja savea. Rapautumista tapahtuu fysikaalisten voimien ja kemiallisten reaktioiden seurauksena sekä niiden yhteisvaikutuksesta.

Fysikaalisessa eli **mekaanisessa rapautumisessa** kiviaines hajoaa pienemmiksi osiksi siten, että sen kemiallinen koostumus ei muutu. Fysikaalinen rapautuminen on nopeinta maan pintaosissa, joissa kiviainesta kuluttavat erilaiset sääolot, kuten vaihtelevat lämpötilat. Esimerkiksi kiven nopea lämpeneminen aiheuttaa lämpölaajenemista, joka on suurempaa kiven pintaosissa kuin syvemmällä, ja näin kiven pinta voi halkeilla ja hilseillä. Tällaista fysikaalista rapautumista kutsutaan **lämpörapautumiseksi**. Jos taas lämpötila vaihtelee nollan asteen molemmin puolin ja vettä pääsee kivien rakoihin, tapahtuu **pakkasrapautumista**. Siinä kivien raoissa oleva vesi laajenee jäätyessään, mikä rikkoo kiveä edelleen. **Suolarapautumista** tapahtuu, kun kivien raoissa oleva vesi haihtuu ja vedestä jäävä suola kiteytyy. Ilmasto vaikuttaakin rapautumisen tehokkuuteen. Fysikaalinen rapautuminen on voimakkainta kylmässä ja kosteassa, esimerkiksi tundralla, sekä kuivassa ja kuumassa ilmastossa, kuten aavikoilla.

Rapautuminen ja eroosio



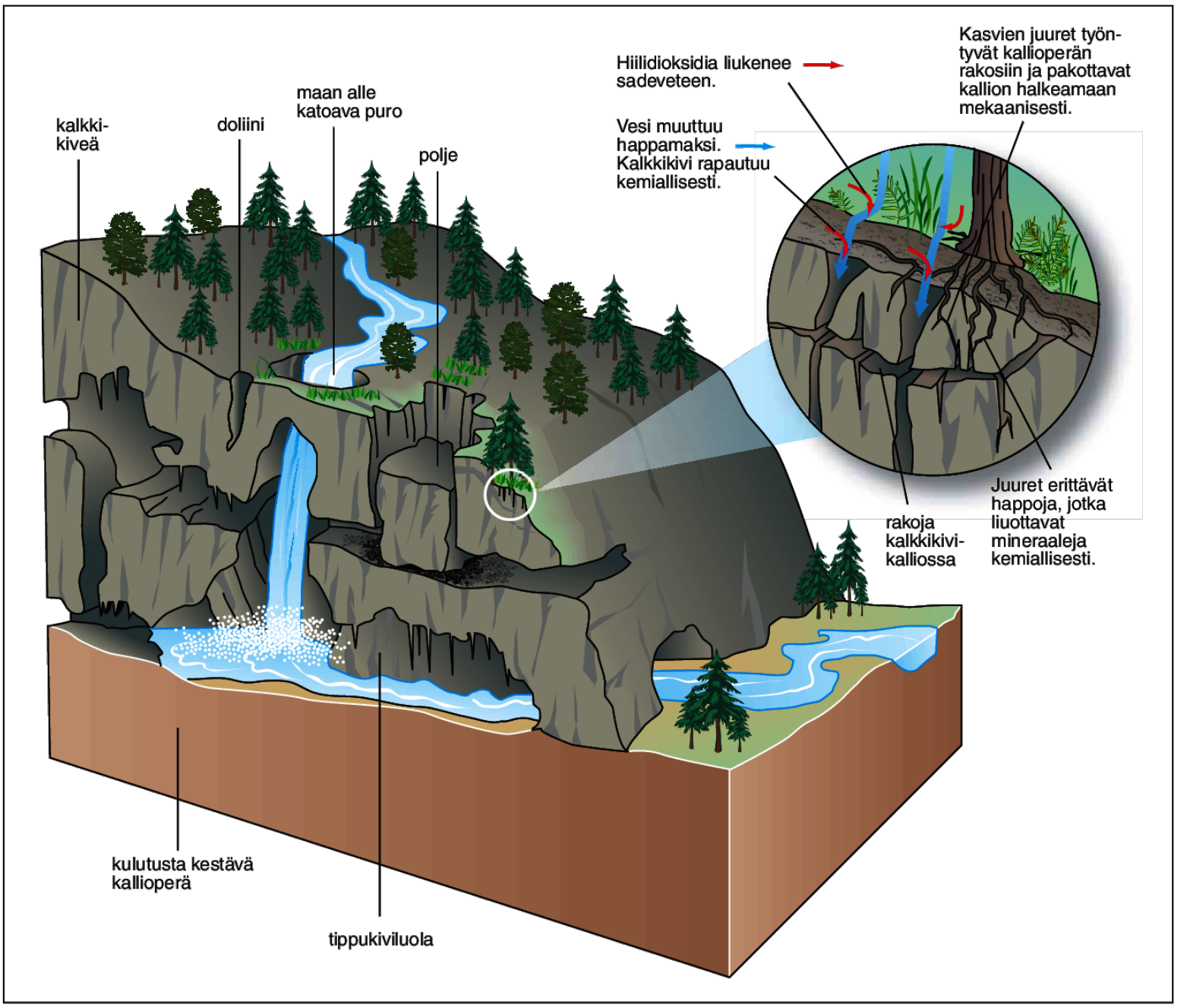
Pakkasrapautuminen



Kemiallinen rapautuminen on nopeaa kuumassa ja kosteassa sademetsäilmastossa, ja se on tehokkainta hieman syvemmällä maankamarassa. Kemiallista rapautumista tapahtuu veden ja siihen ilmasta, kasvillisuudesta ja maaperästä liuenneiden happojen vaikutuksesta. Kemiallisessa rapautumisessa kiven koostumus muuttuu tai sen mineraalit liukenevat veteen. Hapot liuottavat kallioperästä esimerkiksi kalkkikiven kalsiittia. Kalkkikivialueilla kemiallisen rapautumisen tuloksena syntyvää maisemaa kutsutaan **karstimaaksi**. Siellä maanalaiset joet kovertavat luolia. Luolat ovat saattaneet romahtaa, jolloin maanpinnalla näkyy suppilomainen kuoppa eli doliini tai laajempi painauma eli polje. Kalkkikivialueilla esiintyy myös tippukiviluolia. Tippukivet muodostuvat, kun kalkkipitoista vettä tihkuu luolan katosta ja kalkkia saostuu luolan kattoon kalkkipuikoiksi (stalaktiitti) ja luolan pohjalle kalkkipylväiksi (stalagmiitti). Karstimaisemia on esimerkiksi Balkanin niemimaalla Sloveniassa ja Kroatiassa, Krabin alueella Thaimaassa ja Wulongissa Etelä-Kiinassa.

Organogeeninen eli **eliöiden aiheuttama rapautuminen** on sekä fysikaalista että kemiallista. Esimerkiksi kasvien juuret rikkovat mekaanisesti kallioperää, kun ne työntyvät kallioperän pieniin halkeamiin ja levittävät niitä kasvaessaan. Samalla kasvien juuret erittävät happoja, jotka liuottavat mineraaleja kemiallisesti.

Kemiallinen rapautuminen synnyttää karstimaiseman



Eroosio muuttaa maisemaa

Eroosio on eksogeeninen tapahtuma, johon kuuluu kolme vaihetta: **kulutus**, **kuljetus** ja **kasautuminen**. Eroosiota tapahtuu, kun eroosiovoimat – painovoima, virtaava vesi, liikkuva jää, tuuli ja aallokko – siirtävät maata paikasta toiseen. Samalla maanpinnan muodot muuttuvat. Erilaisia maanpinnan muotoja voidaan tarkastella sen mukaan, mikä eroosiovoima on ne synnyttänyt ja missä eroosion vaiheessa ne ovat muodostuneet: ovatko ne syntyneet kulutuksessa vai kasautumisessa.

Painovoima aiheuttaa massaliikuntoja

Painovoima ja maanpinnan kaltevuus aiheuttavat **massaliikuntoja** eli maa- ja kivimassojen liikettä rinnettä alaspäin. Liike voi olla hidasta tai nopeaa. Kun vettynyt maan pintakerros valuu hitaasti vain muutamia senttejä vuodessa, puhutaan **vuotomaailmiöstä**. Sen merkkejä maisemassa ovat tyvestään käyristyneet puut, kallistuneet aidat ja pylväät. Vuotomaailmiötä esiintyy hyvin loivillakin rinteillä, esimerkiksi Lapissa roudan sulaessa.

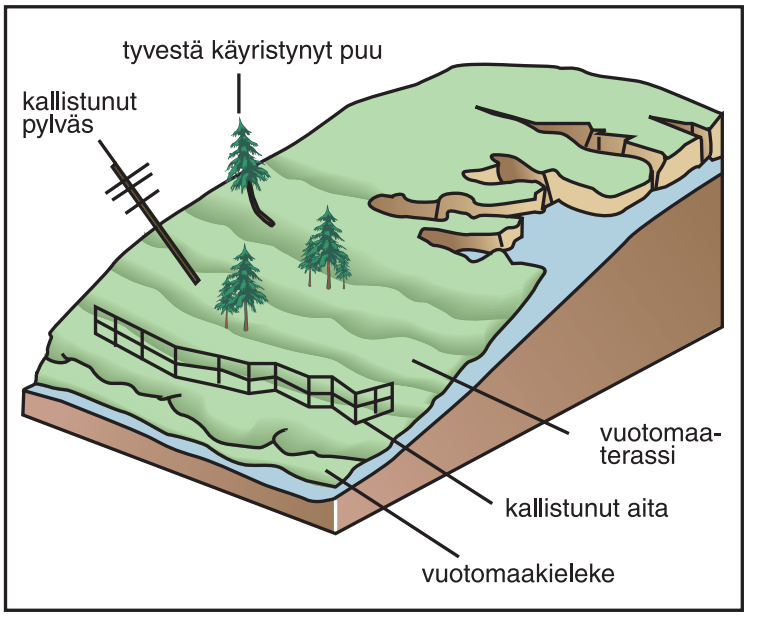
Nopeat massaliikunnot tapahtuvat tavallisesti jyrkissä rinteissä. Ne käynnistyvät tärähdyksen, kuten maanjäristyksen, maan vettymisen tai rapautumisen, seurauksena. Esimerkiksi kalliosta rapautuu irti kiviä, jotka putoavat painovoiman vaikutuksesta. **Kivivyöryt** synnyttävät rinteen juurelle kartionmuotoisia vyörysorakeiloja. Kun kivikkoinen rinne on niin jyrkkä, etteivät kivet pysy siinä pitkään paikallaan vaan ne pyörähtelevät alaspäin, rinne säilyy kasvittomana.

Maanvieremä saattaa syntyä runsaiden sateiden tai roudan sulamisen seurauksena, jolloin vettynyttä maata joko vyöryy pyörähtävällä liikkeellä tai liukuu rinnettä alaspäin. Maanvieremiä esiintyy varsinkin savimailla ja jokipenkoilla.

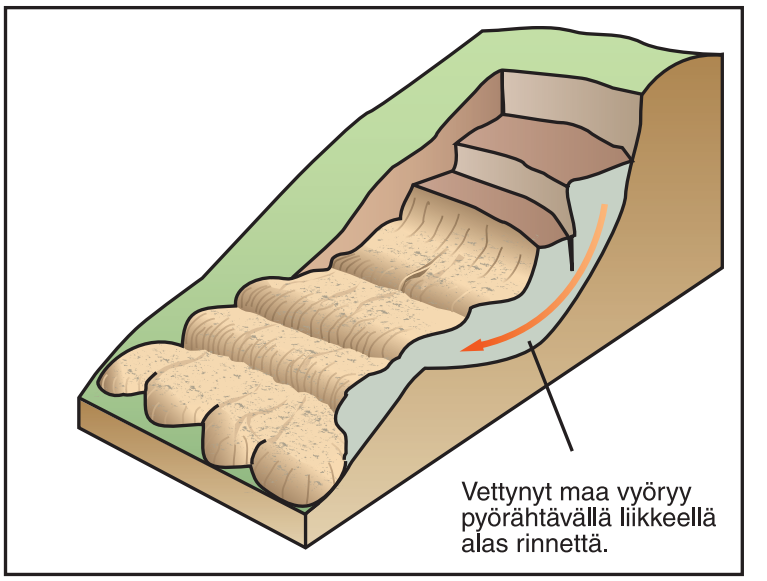
Mitä jyrkempi rinne on, sitä todennäköisempää on, että rankkasade aiheuttaa **mutavyöryn**, jossa maahan on sekoittuneena paljon vettä. Tällaisia nopeasti virtaavia mutavyöryjä syntyy myös lumihuippuisten tulivuorten purkauksissa.

Lumivyörytkin ovat nopeita massaliikuntoja. Jyrkillä rinteillä lumi vyöryy tai liukuu alaspäin samasta syystä kuin maa: kitka ei enää pysty pitämään lumimassaa paikoillaan. Jos rinteen kasvillisuus on kulunut ja puut on raivattu, kuten laskettelurinteillä, massaliikuntojen todennäköisyys kasvaa.

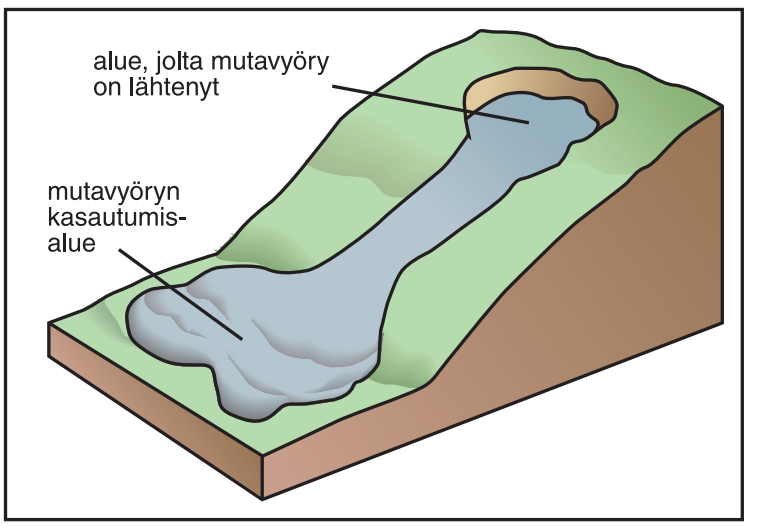
Vuotomaailmiö



Maanvieremä



Mutavyöry



Kivivyöryt ovat saaneet aikaan kolmiomaisen vyörysorakeilan jyrkän rinteen juurelle.

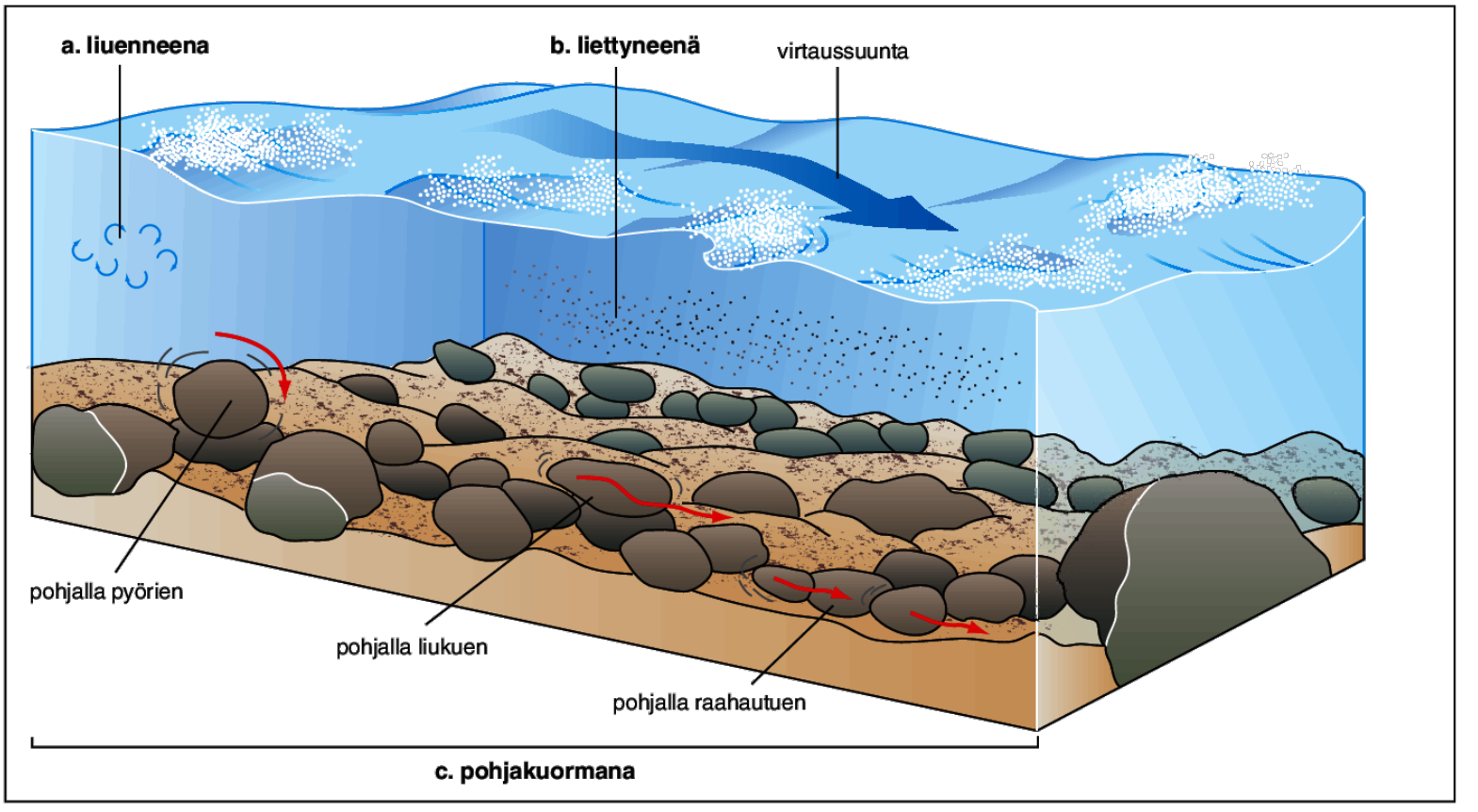
Virtaava vesi kuluttaa, kuljettaa ja kasaa

Virtaava vesi kuluttaa maanpintaa tehokkaasti ja ottaa alustastaan mukaan rapautunutta maa-ainesta. Tämä veden mukana kulkeva karkea aines puolestaan kuluttaa maata, esimerkiksi jokiuoman pohjaa pohjaeroosiona ja reunoja sivueroosiona. Näin syntyy erilaisia **kulutusmuotoja**. Kun veden virtausnopeus hidastuu, se ei jaksa enää kuljettaa kuormaansa, vaan veden kuljettama aines kerrostuu erilaisiksi **kasautumismuodoiksi**.

Virtaavan veden kulutuksen tehokkuuteen vaikuttavat veden virtausnopeus, veden määrä, alustan laatu ja se, kuinka paljon kiinteää ainesta joki kuljettaa. Kun vesi virtaa nopeasti, se tempaa mukaansa suuriakin lohkareita. Mitä enemmän kiinteää ainesta joki kuljettaa, sitä voimakkaampaa virtaavan veden kulutustyö on. Tulvien aikana vesi virtaa nopeasti joenuomissa. Vettä on paljon ja sen mukana kulkee tavallista karkeampaa ainesta, mikä tehostaa pohjaeroosiota.

Vesi virtaa nopeasti etenkin jyrkillä vuoristoalueilla. Monet vuoristoalueiden jokiuomat kuluvat voimakkaimmin keskikohdastaan, joka syvenee, kunnes jokilaakson poikkileikkaus muistuttaa v-kirjainta. Tällaista virtaavan veden kulutuksesta syntynyttä muodostumaa kutsutaan **v-laaksoksi**. Ilmastoltaan kosteilla alueilla v-laakso kuluu myös reunoiltaan, koska laakson reunoilta valuu sadevettä kohti joenuomaa. Näin laakso muodostuu avaraksi, poikkileikkaukseltaan loivapiirteiseksi hyvin leveäksi v-kirjaimeksi. Sen sijaan kuivassa ilmastossa v-laakso kovertuu syvälle, koska siellä veden virtauksen aiheuttama kulutus kohdis-

Virtaava vesi kuljettaa maa-ainesta



tuu pääosin joen pohjaan. Suuret jyrkkäseinäiset v-laaksot ovat nimeltään **kanjoneita**, joista kuuluisin on Coloradojoen uurtama Grand Canyon Yhdysvaltojen lounaisosassa.

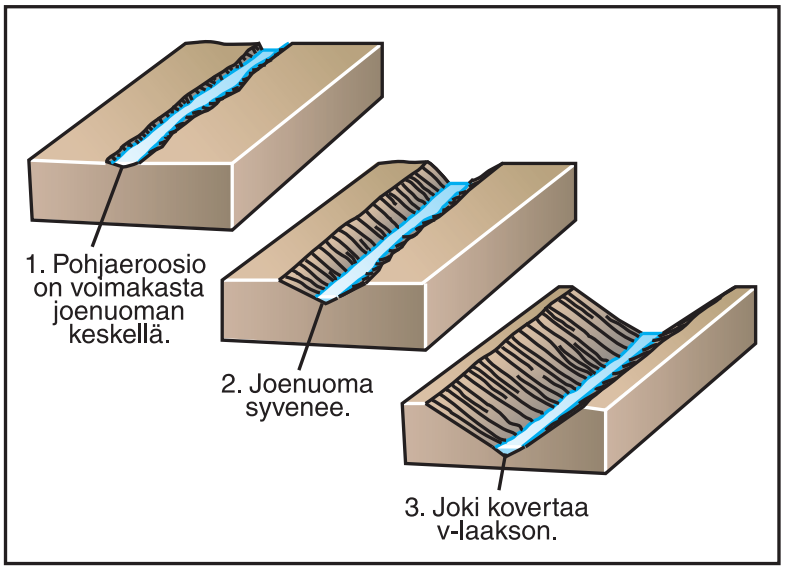
Kun joki virtaa pinnanmuodoiltaan vaihtelevalla alueella, siinä on koskia ja vesiputouksia. Koskissa on voimakkaita pyörteisiä virtauksia, joiden pyörityksessä kivet saattavat kovertaa satojen vuosien kuluessa kallioon syviä **hiidenkirnuja**. Vesiputouksessa alas syöksyvä vesi kuluttaa putouksen juurelle putousaltaan. Myös putouksen yläreuna kuluu, minkä vuoksi vesiputouksen reuna vetäytyy hitaasti kohti yläjuoksua.

Tasankoalueilla vesi virtaa hitaasti. Veden kuluttava voima heikkenee varsinkin joen pohjassa, koska virran mukana raahautuvat suuret kivenlohkareet eivät enää raasta ja kuluta joenpohjaa, vaan päinvastoin sinne kasautuu joen kuljettamaa ainesta.

Tasankoalueiden jokiuomissa veden virtaus mutkittelee joenuoman puolelta toiselle. Sen takia vesi virtaa nopeammin uoman ulkokaarteissa kuin sen sisäkaarteissa. Joen ulkokaarteet kuluvat, kun sieltä irtoaa ainesta virtauksen mukaan, ja niihin syntyy **törmiä**. Koska sisäkaarteissa on heikompi virtaus, sinne kasautuu virran kuljettamaa ainesta muodostaen **särkkiä**. Yhdessä nämä kulutus- ja kasautumistoiminnot saavat aikaan joenmutkan eli **meanderin**. Prosessi, jonka tuloksena joenmutkat kehittyvät, on nimeltään meanderointi. Voimakkaasti mutkittelevassa joessa meanderointi saattaa edistyä niin pitkälle, että jokiuoman ulkokaarre kuluu, kunnes vedelle puhkeaa suora kulkureitti seuraavaan joenmutkaan. Tällä tavoin jokiuomasta irtautunut meanderikaari on nimeltään **makkarajärvi** eli **juolua**.

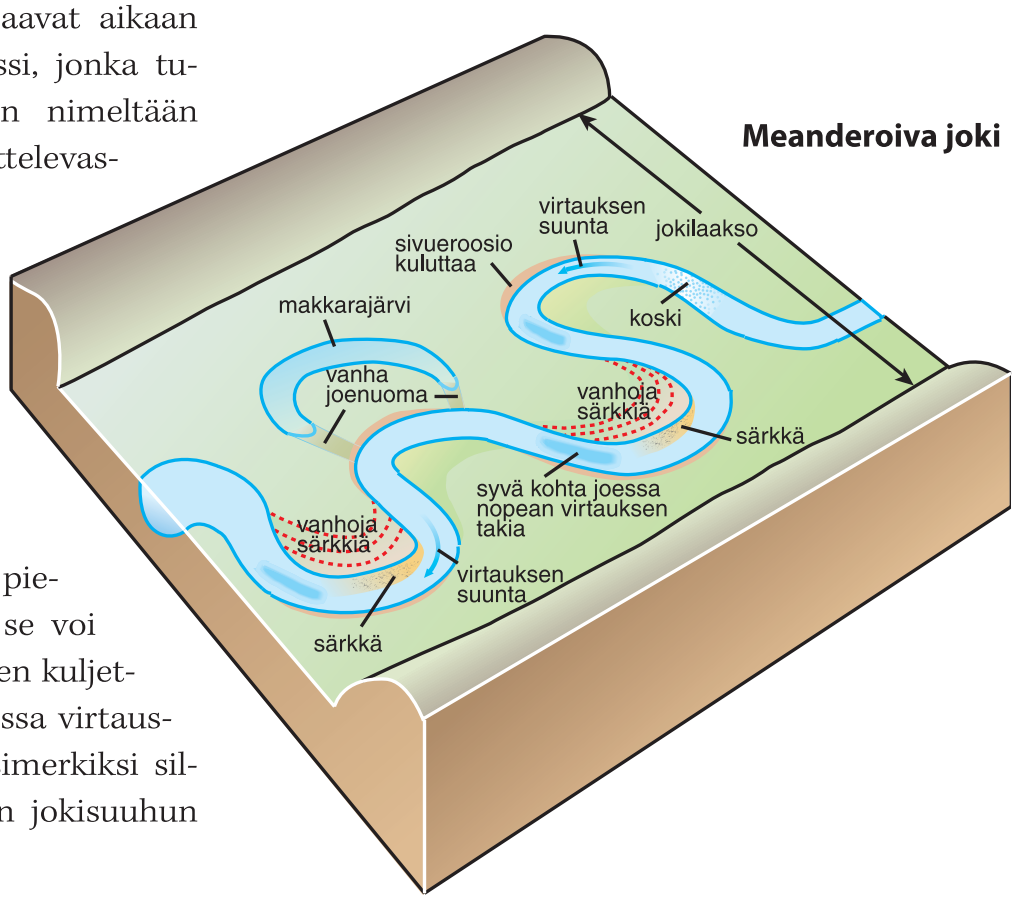
Mitä hitaammin vesi virtaa, sitä pienemmän määrän kiinteää ainesta se voi kuljettaa mukanaan. Tästä syystä joen kuljettamaa ainesta kerrostuu alueelle, jossa virtausnopeus hidastuu. Tätä tapahtuu esimerkiksi silloin, kun joki virtaa mereen, jolloin jokisuuhun kerrostuu **suisto** eli **delta**.

V-laakson synty

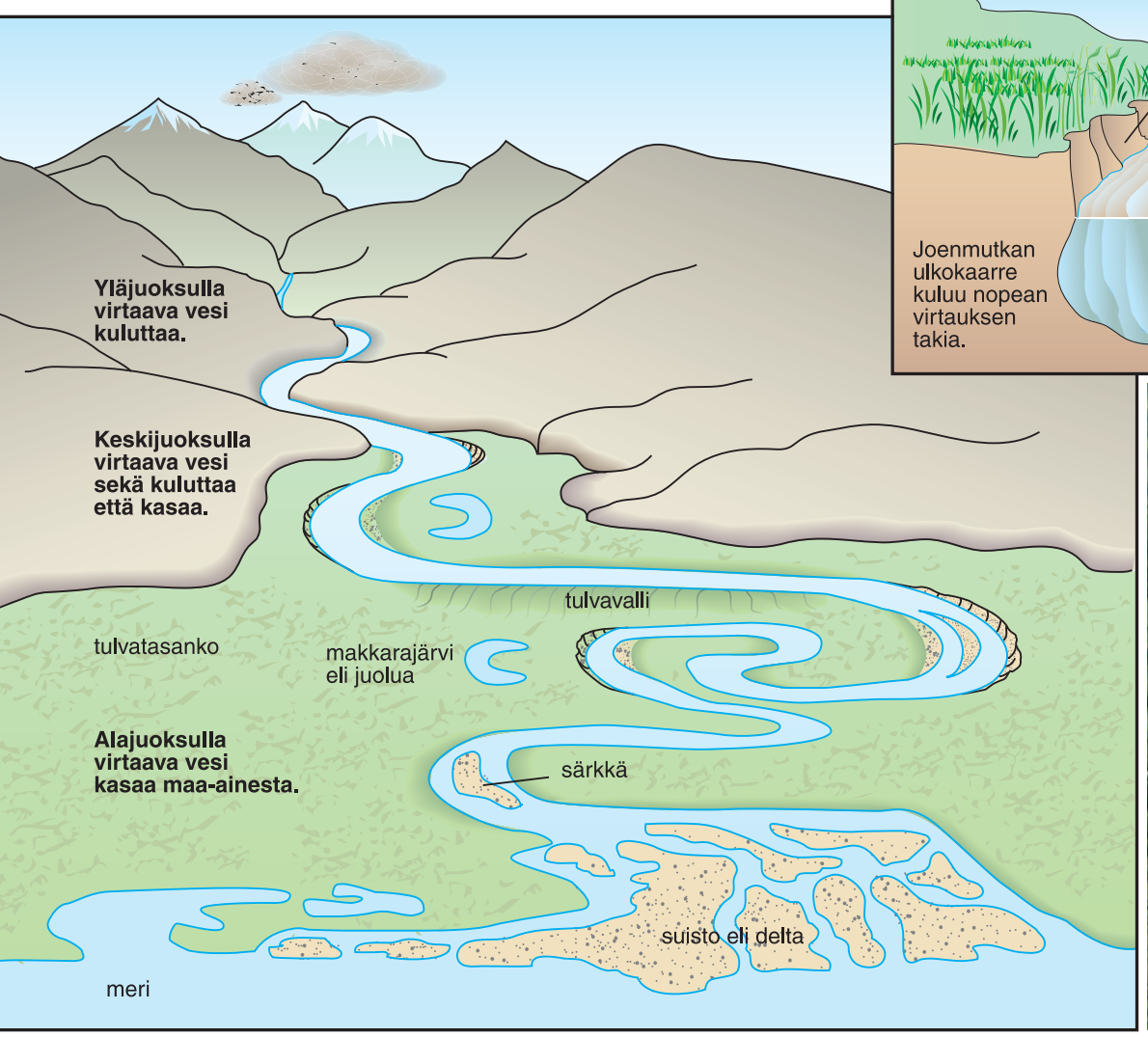


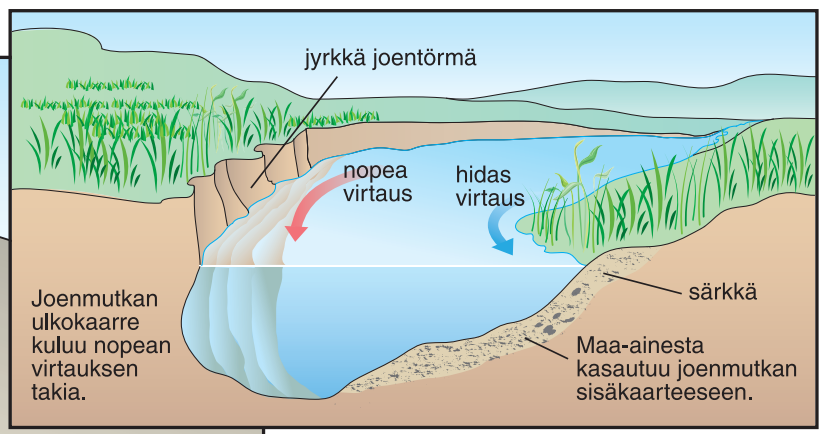
Vøringsfossen, Norja

Meanderoiva joki



Joen vaiheet



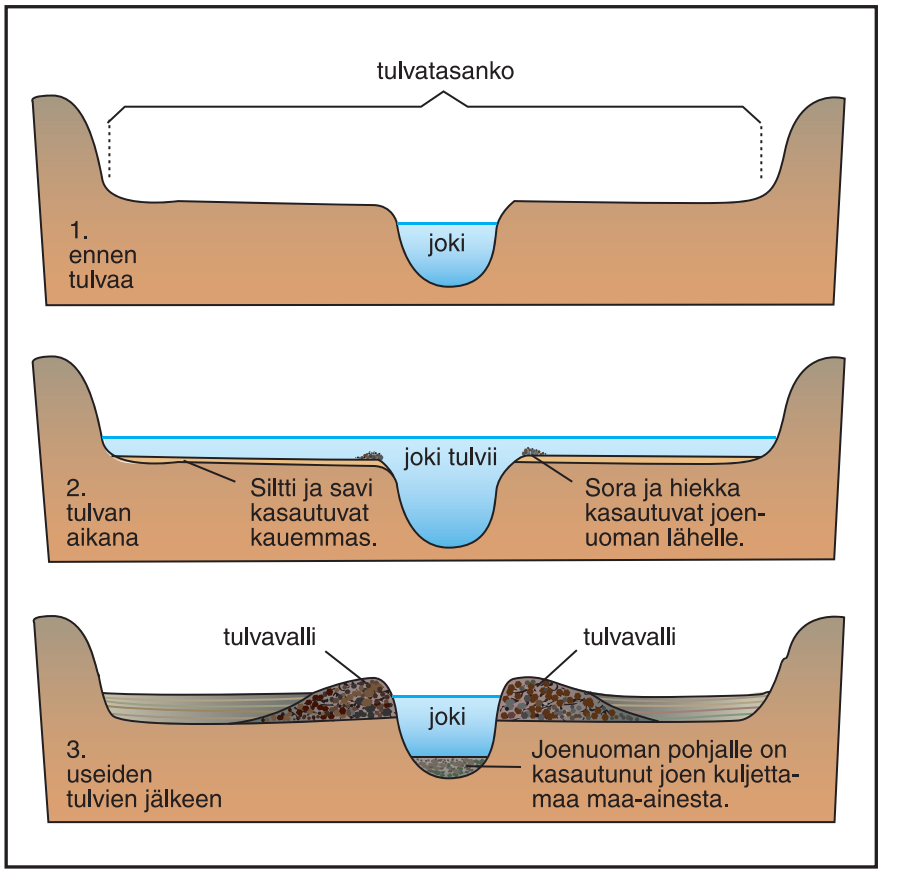


Meanderoiva joki, Fidži

Okavangon suisto, Botswana

Veden virtausnopeus hidastuu myös, kun jokiuoman reunan yli tulviva vesi levittäytyy ympäröiville maa-alueille. Mitä kauemmas joenuomasta tulviva vesi virtaa, sitä heikompaa virtaus on ja sitä hienompaa materiaalia sinne kerrostuu. Näin muodostuu hedelmällinen **tulvatasanko**. Välittömästi joenuoman reunan tuntumaan – alueille, missä vesi virtaa nopeasti – kerrostuu selvästi karkeampaa ainesta kuin kauemmas. Siksi toistuvat tulvat kasaavat joen rantaan **tulvavallin**.

Tulvatasangon muodostuminen



Aallot ja veden virtaukset muokkaavat rantoja

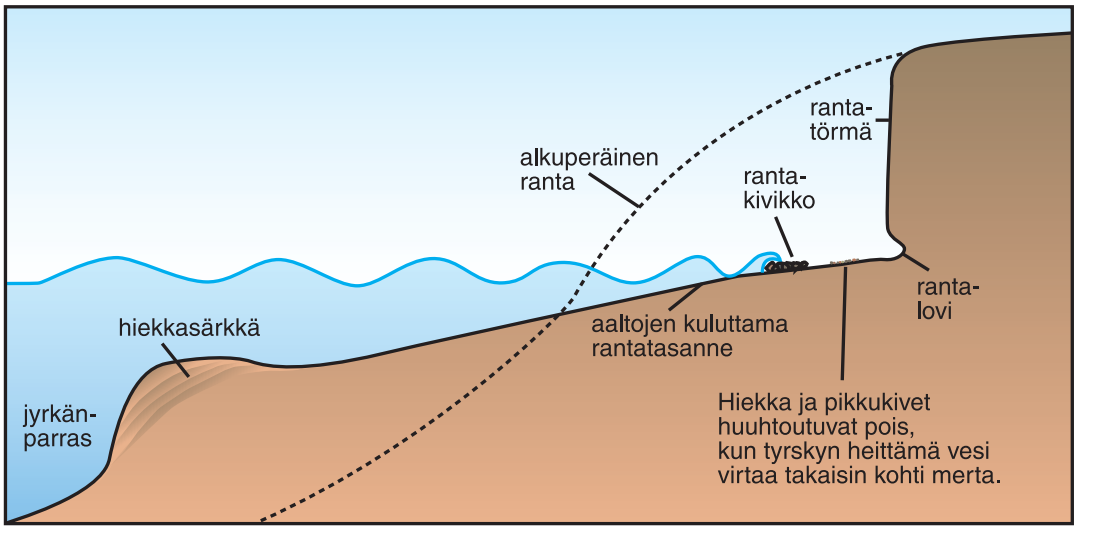
Tuulet synnyttävät aaltoja, joiden energia purkautuu niiden iskeytyessä rantaan. Aaltojen lisäksi merten rannikoita muokkaavat veden virtaukset, esimerkiksi vuorovesivirtaukset.

Rantaan iskeytyvät aallot kuluttavat jyrkkää rantaa mekaanisesti. Veden mukana iskeytyy rantaan myös hiekkaa ja kiviä, mikä tehostaa aaltojen kulutusvoimaa. Aallot kovertavat rantaan kolon. Kun tämä rantalovi kuluu riittävän syvälle, sen päällä oleva maa-aines putoaa alas, ja rantaan syntyy jyrkkä **rantatörmä**. Sen juurelle kasautuvasta aineksesta muodostuu matala **rantatasanne**.

Rannan muoto vaikuttaa siihen, kuinka voimakkaasti aallokko sitä kuluttaa. Niemenkärkiin kohdistuu suurempi aaltojen kulutusvoima kuin lahdenpoukamiin, mikä johtuu aaltojen taipumisesta kohti niemenkärkiä. Voimakkaat aallot vievät niemenkärjistä hienon materiaalin, kuten hiekan, ja jättävät sinne suuret kivet, jolloin muodostuu kivikkoisia rantoja. Aaltojen irrottama hieno aines kulkeutuu virtausten mukana suojaisiin lahdenpoukamiin, jonne muodostuu **hiekkarantoja**.

Rantaan tulevien aaltojen voimasta irronnutta ainesta kulkeutuu kohti merta, kun tyrskyn heittämä vesi virtaa takaisin mereen ja vie mukanaan hienoja aineksia, kuten pikkukiviä ja hiekkaa. Tästä syystä hiekkaa kasautuu tietylle etäisyydelle rantaviivasta, minne suhteellisen tasaisesti syvenevä hiekkapohjainen ranta ylettyy. Sen jälkeen ranta syvenee yhtäkkiä, koska sitä pitemmälle hiekkaa ei ole kasautunut. Tällainen hiekkarantojen äkkisyvä kohta on nimeltään jyrkänparras. Samanlaisia muotoja on myös järvissä.

Rantatörmän synty



Liikkuva ja sulava jäätikkö muovaavat maisemaa

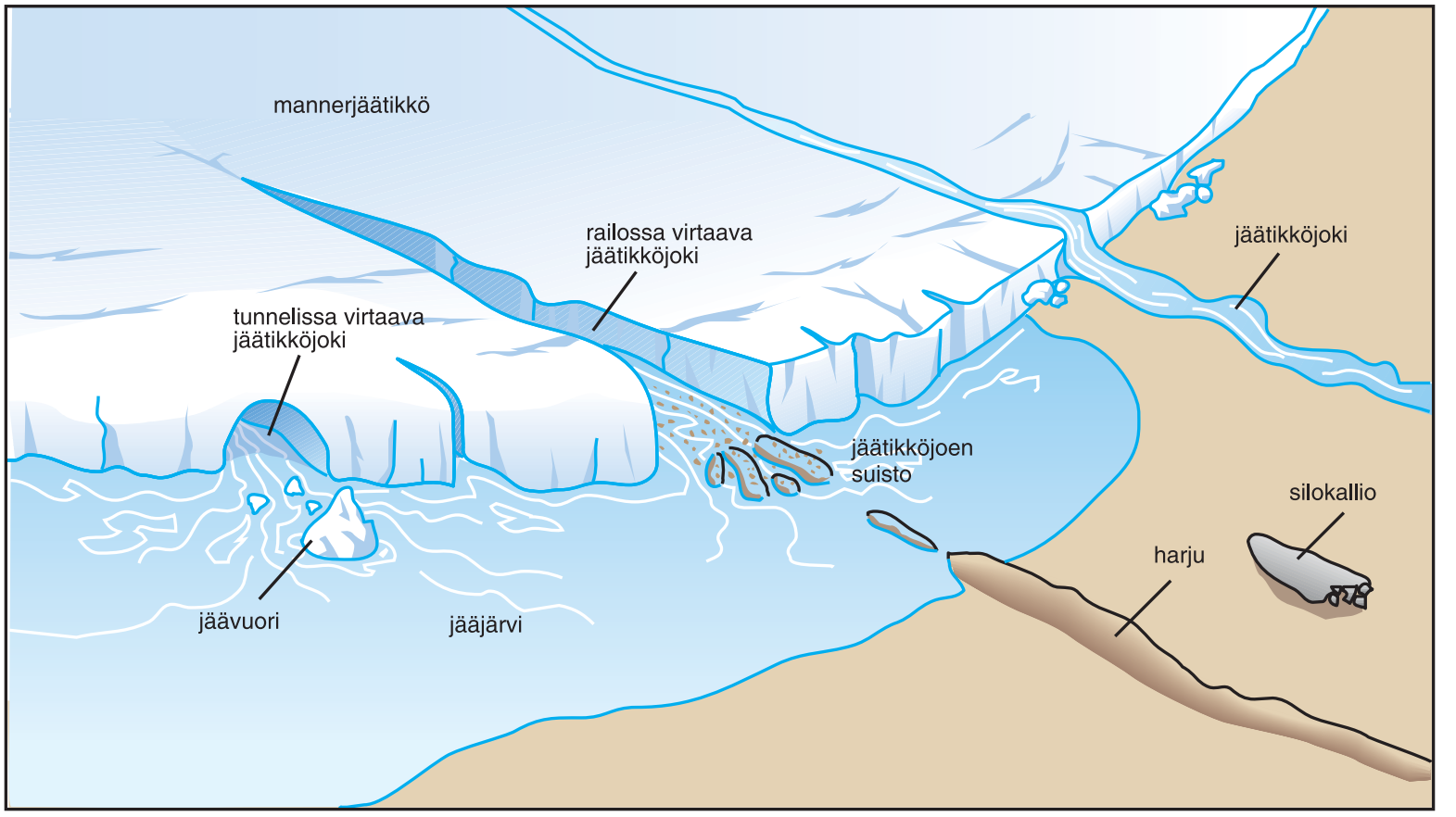
Maapallon kylmillä alueilla kuten Grönlannissa ja Etelämantereella on suuria **mannerjäätiköitä**. Painovoiman vaikutuksesta jää virtaa jäätikön keskialueilta reunoille. Myös korkeissa vuoristoissa on usein jäätiköitä.

Jäätiköitä syntyy, kun ilmasto viilenee. Tällöin vuorenrinteille satanut lumi ei sula kokonaan kesän aikana, vaan lunta säilyy varjoisissa kuopissa. Seuraavana talvena lunta sataa tämän ylivuotisen lumen päälle ja kuopassa olevan lumen määrä kasvaa. Muutamien vuosien päästä, kun lunta on kertynyt lisää, lumi puristuu alimmissa osissa kiinteäksi ja tiiviiksi jääksi.

Jäämassan suuri paine saa jään notkeaksi, ja se alkaa virrata **laaksojäätikkönä** rinnettä pitkin alas. Virtaava jää raastaa alustastaan materiaalia mukaansa. Jään mukana raahautuvat lohkareet ja kivet raapivat kallioon **kouruja** ja **uurteita**. Samalla kivet murenevat, jauhautuvat pienemmiksi ja työntyvät syvemmälle jäähän. Tällainen jään kuljettama rosoinen kiviaines, jonka raekoko vaihtelee pienistä savihiukkasista lohkareisiin, on **moreenia**. Toisaalta liikkuva jää kuluttaa ja hioo kallion pintaa niin, että syntyy **silokalliota**.

Kun ilmasto jälleen lämpenee ja jäätikkö sulaa, maastossa havaitaan sekä liikkuvan jään kuluttamia että kasaamia pinnanmuotoja. Kuoppa, josta jäätikön kasvaminen alkoi, on kulunut pyöreähköksi **onsiloksi**. Siihen voi muodostua vuoristolampi. Kun vuorenrinteessä on useita onsiloita, vuorenhuippu on terävä kuten Matterhorn Sveitsissä. Laaksojäätikkö muokkaa kulkureitistään **u-laakson** eli **ruuhilaakson**. Kun kaksi tai useampia laaksojäätiköitä yhdistyy yhdeksi suureksi, sen kulutusvoima kasvaa, mikä saa aikaan yhä syvemmän laakson. Sulaneen jäätikön alta paljastuneita päälaaksoon yhdistyviä sivulaaksoja kutsutaan **riippuviksi laaksoiksi**, koska niiden pohjan taso on laaksojen liittymiskohdassa selvästi ylempänä kuin päälaakson pohja. Jos u-laakso täyttyy vedellä merenpinnan noustessa, muodostuu **vuono**, joita on paljon esimerkiksi Norjan länsirannikolla.

Maisema mannerjäätikön sulamisvaiheen aikana



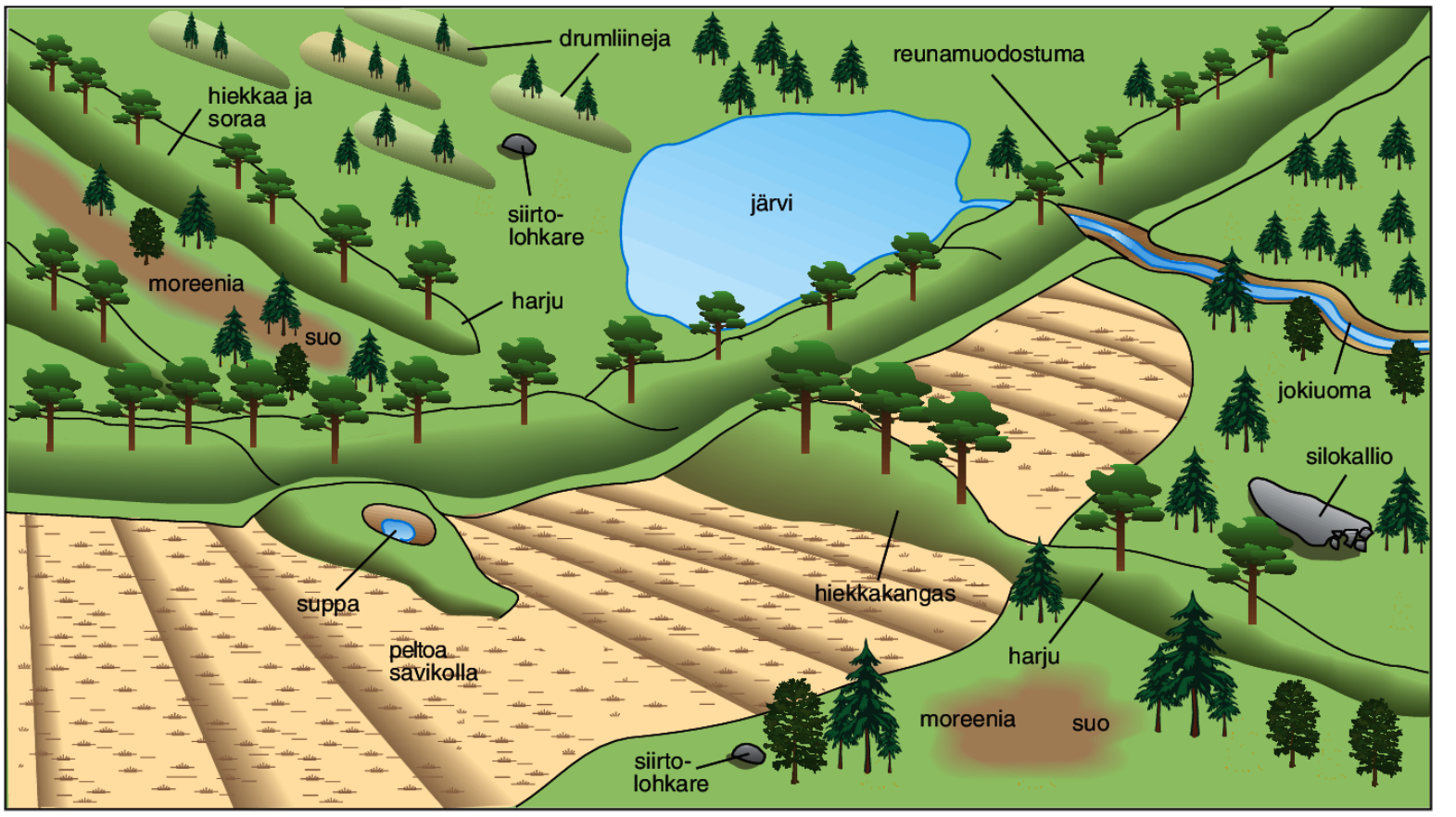
Kun jäätikkö sulaa, sen kuljettama kiviaines kerrostuu maanpinnalle. Valtaosa tästä kiviaineksesta on moreenia. Jäätikön pohjalla kulkeutuneesta aineksesta muodostuu tiivistä pohjamoreenia. Mannerjäätikön kuljettama pohjamoreeni kasaantuu toisinaan jäätikön liikkeensuuntaisiksi pitkänomaisiksi mäiksi, **drumliineiksi**, esimerkiksi kovien kallionyppylöiden taakse. Pohjamoreenin päälle kerrostuu jäätikön sisällä ja päällä kulkeutunutta ainesta, pintamoreenia. Suuri jään irrottama ja kuljettama kalliolohkare on nimeltään **siirtolohkare**. Reunamoreeni muodostuu jäätikön reunalle, jonne jään kuljettama materiaali laskeutuu kun jää sulaa.

Kun jäätikkö sulaa, sulamisvedet kuljettavat ja kerrostavat jäätikön mukana kulkeutunutta ainesta. Vuolaat muinaiset jäätikköjoet ovat kasanneet **harjuja**, jotka mutkittelevat pitkinä ja kapeina selänteinä jäätikköjoen uoman mukaisesti. Niiden aines on lajittunutta ja pyöristynyttä: hiekkaa, soraa ja kiviä. Jäätikköjoet kasaavat myös suistoja. Kun ne laskevat jäätikön edustan jääjärveen tai mereen, muodostuu **jäätikköjoen delta**. Kun jäätikköjoki laskee sulavan jäätikön edustalle kuivalle maalle, muodostuu viuhkamainen **kuivanmaandelta** eli **sanduri**.

Sulavan jäätikön edustalla olevaan jääjärveen tai mereen kerrostuu jäätiköltä peräisin olevaa ainesta. Lähelle jäätikön reunaa kerrostuu karkeampaa ainesta ja kauemmas, missä virtaus heikkenee, kerrostuu hienompaa ainesta, kuten savea. Kun veteen kerrostuu talvisin hitaampien virtausten aikana hienompaa savea ja keväisin nopeampien virtausten aikana karkeampaa hiesua, muodostuu raidallista **lustosavea**. Jäätikön reunasta irronneet jäävuoret saattavat juuttua jäätikön edustan jääjärven tai meren pohjaan. Sen jälkeen ne hautautuvat kerrostuviin sedimentteihin ja sulavat hitaasti. Sulaneen jäälohkareen kohdalle jää jyrkkäreunainen kuoppa eli **suppa**.

Jos jäätikön reuna on satoja vuosia samassa paikassa, sen eteen ja reunamoreenin päälle kerrostuu myös sulamisvirtojen kasaamaa ainesta. Näin syntyvät suuret vallimaiset ja koostumukseltaan monipuoliset **reunamuodostumat**, joista Suomessa tunnetuimmat ovat Salpausselät.

Maisema jään sulamisen jälkeen

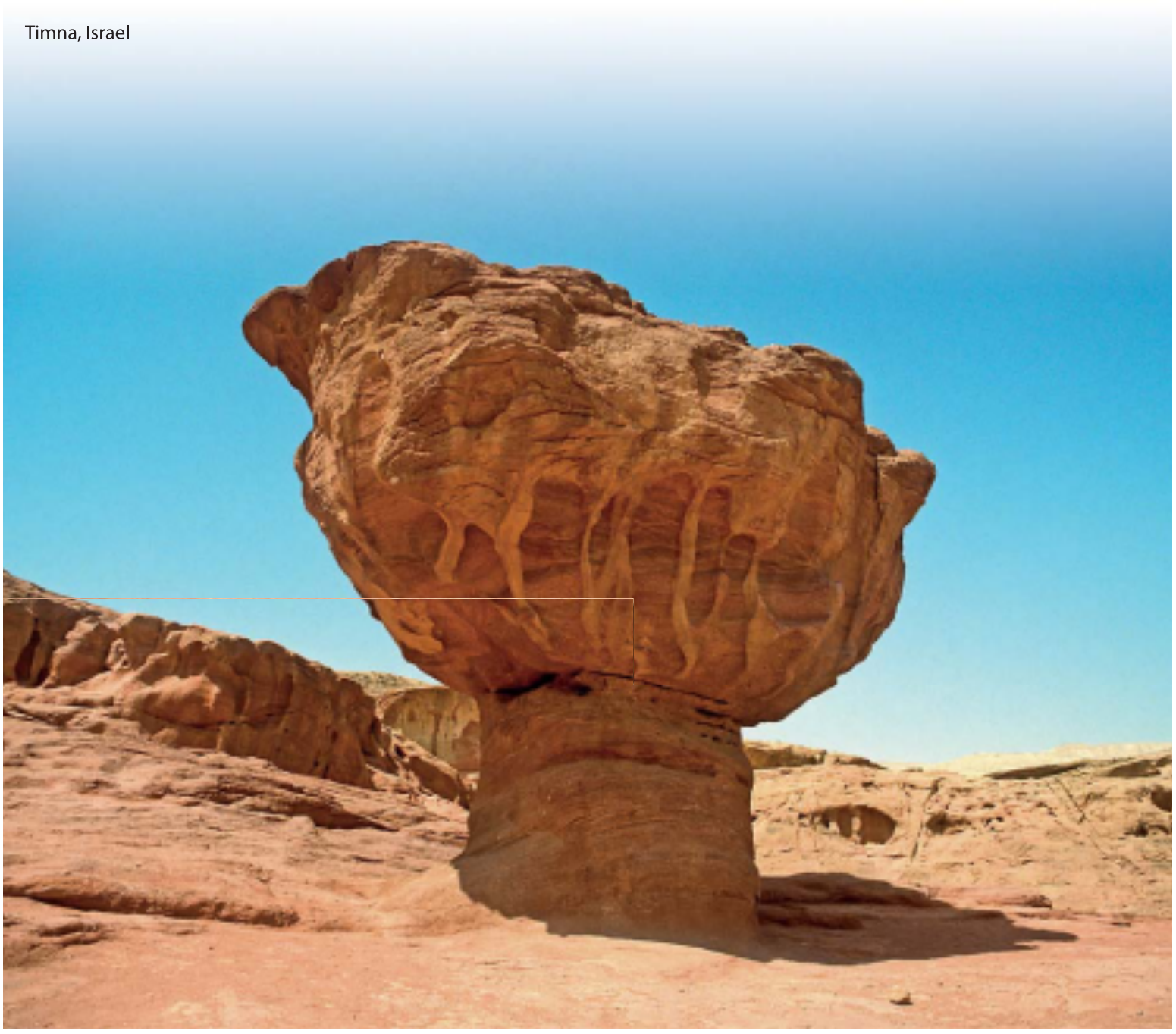


Tuuli kuljettaa hienoa kiviainesta

Tuulieroosio vaikuttaa kaikkialla, missä kasvillisuus ei suojaa maata. Tuuli siirtää vain kuivaa irtainta ainesta, jonka se lajittelee raekoon mukaan.

Tuuli kuluttaa maanpinnanmuotoja kahdella tavalla. Se puhaltaa alueelta hiekan ja sitä hienommat ainekset pois. Jäljelle jää paljas kallio- tai kiviaavikko. Toinen tapa vastaa hiekkapuhallusta. Tuulen voimasta lentävä hiekka ja maanpinnalla pomppivat kivet hiovat kivien ja kallioiden pinnan sileäksi. Ne kuluttavat eniten kallion pehmeämpiä osia. Kulutus on tehokkainta lähellä maanpintaa, enintään muutaman kymmenen sentin korkeudella. Tällä tavalla syntyvät aavikoiden **sienikalliot** ja vaihtelevan muotoiset **jäännösvuoret**.

Kun tuulen nopeus heikkenee, sen kuljettama aines alkaa kasautua. Hiekasta kasautuu **dyynejä**, joita on aavikoilla ja rannikoilla. Hiekkaa hienommista aineksista eli hiekkapölystä kerrostuu **lössiä**. Se on hyvää viljelymaata ja peräisin aavikoilta tai jäätiköiden reunoilta. Laajoja lössialueita on esimerkiksi Pohjois-Kiinassa.



Sienikallio syntyy, kun tuulten mukana pomppivat hiekansirut ja kivet kuluttavat kalliota lähellä maanpintaa.

Monument Valley, Arizona, Yhdysvallat

Monument Valleyn sedimentit ovat alun perin kerrostuneet merenpohjalle. Kun alue kohosi merenpinnan yläpuolelle, se oli tasankoa. Sen jälkeen eroosio on kuluttanut maanpintaa. Kovien kivilajien suojaamat kohdat ovat kuluneet ympäristöään vähemmän, ja näin on muodostunut pylväsmäisiä jäännösvuoria.

Tiivistelmä

- Maapallon pintaa muokkaavat ulkoiset eli eksogeeniset tapahtumat saavat energiansa joko suoraan tai välillisesti Auringosta ja Maan painovoimasta.
- Rapautuminen ja eroosio ovat eksogeenisia tapahtumia.
- Rapautumisessa kivet ja kallio hajoavat.
- Rapautuminen on fysikaalista, kemiallista tai eliöiden aiheuttamaa.
- Eroosio kuluttaa, kuljettaa ja kasaa maata. Samalla maanpinta muuttuu.
- Eroosion aiheuttajia eli eroosiovoimia ovat painovoima, virtaava vesi, liikkuva jää, tuuli ja aallot.

Pohdittavaa

1. Selvitä, mitä eksogeenisiä pinnanmuotoja on kotiseudullasi.
2. Miten kotiseutusi eksogeeniset pinnanmuodot ovat kehittyneet?
3. Miksi jäätikköjen tutkimus on lisääntynyt viime aikoina?

Suomen kallioperä ja sen historia

Suomessa on eri-ikäisiä kivilajeja. Vanhinta kallioperää löytyy Itä- ja Pohjois-Suomesta. Se on syntynyt noin 3,5 miljardia vuotta sitten. Tämän kaikkein vanhimman kallioperän syntyessä Maa oli nuori ja endogeeniset tapahtumat, kuten tulivuoritoiminta ja vuorenpoimutukset, olivat hyvin yleisiä. Silloin syntyi erilaisia graniitteja ja niiden muuttuessa gneissejä. Voimakkainta kallioperän muodostuminen oli 2,8–2,7 miljardia vuotta sitten. Tulivuoritoiminnassa merenpohjaan syntynyt basaltti muuttui poimutuksissa vihreäkiveksi, jota esiintyy myös Suomen itäisissä ja pohjoisissa osissa. Poimutuksissa syntynyt raskas kiviaines jäi syvälle paksun litosfäärilaatan alaosiin ja vasta miljoonien vuosien aikana tapahtunut kohoaminen ja pintaosien kuluminen ovat tuoneet sen näkyviin.

Voimakasta kallioperän muodostumiskautta seurasi rauhallisempi jakso, mutta noin 2,4 miljardia vuotta sitten kallioperä alkoi paikoin kohota ja kohoumien väliin syntyi repeämiä. Repeämistä purkautui nykyisen Itä- ja Pohjois-Suomen alueella sulaa kiviainesta, joka jähmettyi pintakivilajeiksi. Laajenevaan repeämään muodostui vähitellen merialue ja sen pohjalle alkoi kerrostua sedimenttejä, jotka iskostuivat ajan myötä kiveksi. Inarin alueen granuliitti on gneissimäistä kiveä, joka on muodostunut repeämän lohkoliikunnoissa kovassa paineessa ja kuumuudessa noin 2 miljardia vuotta sitten.

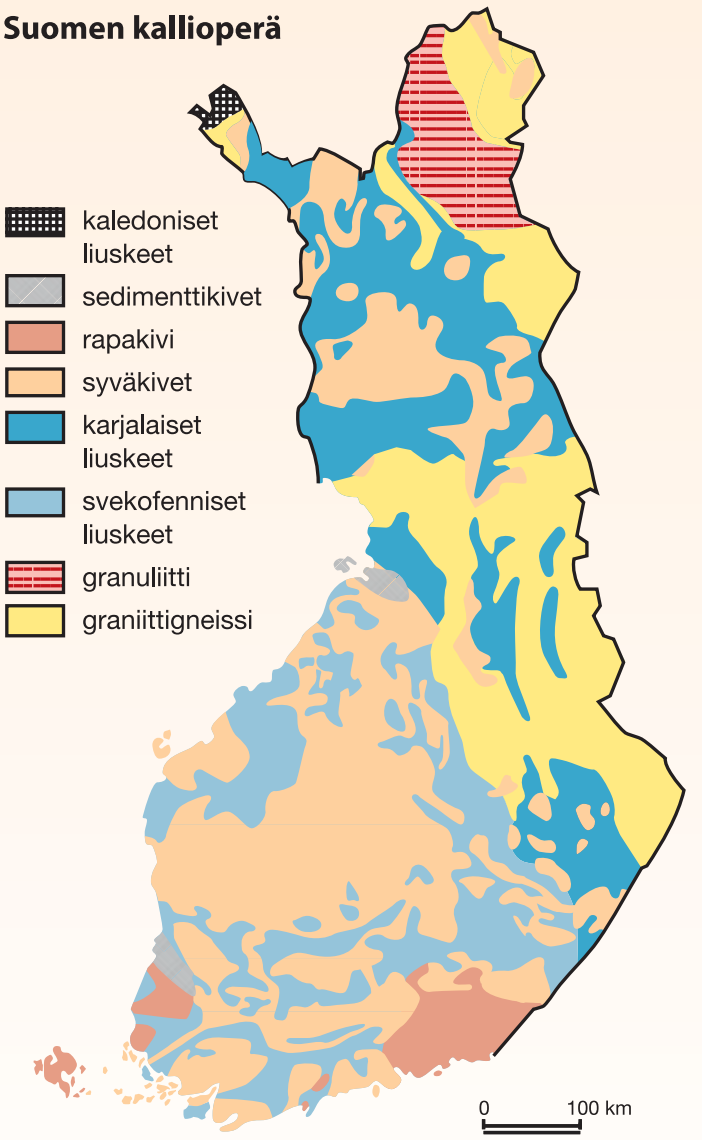
Noin 1,9 miljardia vuotta sitten valtameri alkoi umpeutua litosfäärilaatan liikkeen myötä. Repeämän muodostaneet kivet ja meren pohjaan muodostuneet sedimenttikivet muuttuivat karjalaisiksi liuskeiksi, kun valtameren rannikkoalue poimuttui laattojen alityöntövyöhykkeessä. Meren rannalle kohosi tuliperäinen saarikaari, joka poimuttui vuoristoksi törmätessään laatan reunaan. Tämä poimutus näkyy svekofennisinä kivinä, joiden muodostamat vyöhykkeet kulkevat Suomen keski- ja eteläosien poikki. Sekä karjalaisista liuskeista että svekofennisistä kivistä muodostuneet poimuvuoristot ovat kuluneet lähes tasaisiksi. Vain niiden kovimmat kivilajit ovat näkyvissä ympäristöstä erottuvina kohoumina, kuten esimerkiksi Koli ja Vuokatin vaara-alue.

Svekofennisen poimutuksen aikaan syntyivät myös suurinta osaa Keski- ja Etelä-Suomea peittävät syväkivialueet, joista pääosa on graniittia. Myös Keski-Lapissa on laaja syväkivialue. Nuorimmat syväkivet Kaakkois-Suomen, Ahvenanmaan ja Varsinais-Suomen rapakivialueilla syntyivät noin 1,6 miljardia vuotta sitten, kun syvältä kallioperästä työntyi vanhojen kivilajien väliin uutta sulaa kiveä.

Koska Suomen kallioperästä suurin osa on muodostunut syvällä kallioperässä sulasta magmasta jähmettymällä ja kivilajit ovat joutuneet osittain myös vuorenpoimutusten kohteeksi, ei sedimenttikiviä esiinny meillä kovinkaan laajasti. Vain Satakunnassa ja Oulun lähistöllä on pienet esiintymät.

Viimeinen Suomen kallioperän syntyyn vaikuttanut tapahtuma oli noin 400 miljoonaa vuotta sitten, kun Fennoskandian länsiosissa rannikon edustalla olleet merenpohjan sedimentit poimuttuivat ja näin syntyneet muuttuneet kivet työntyivät vanhan kallioperän päälle. Silloin syntynyt Kaledonien vuorijono eli Skandien vuoristo ulottuu Suomen puolella vain Käsivarren Lappiin.

Suomen kallioperä



8 Luonnonmaisemien tulkinta

Liitukallioseinämä, Isle of Wight, Iso-Britannia

Maisemia tulkitaan kuvien ja karttojen avulla

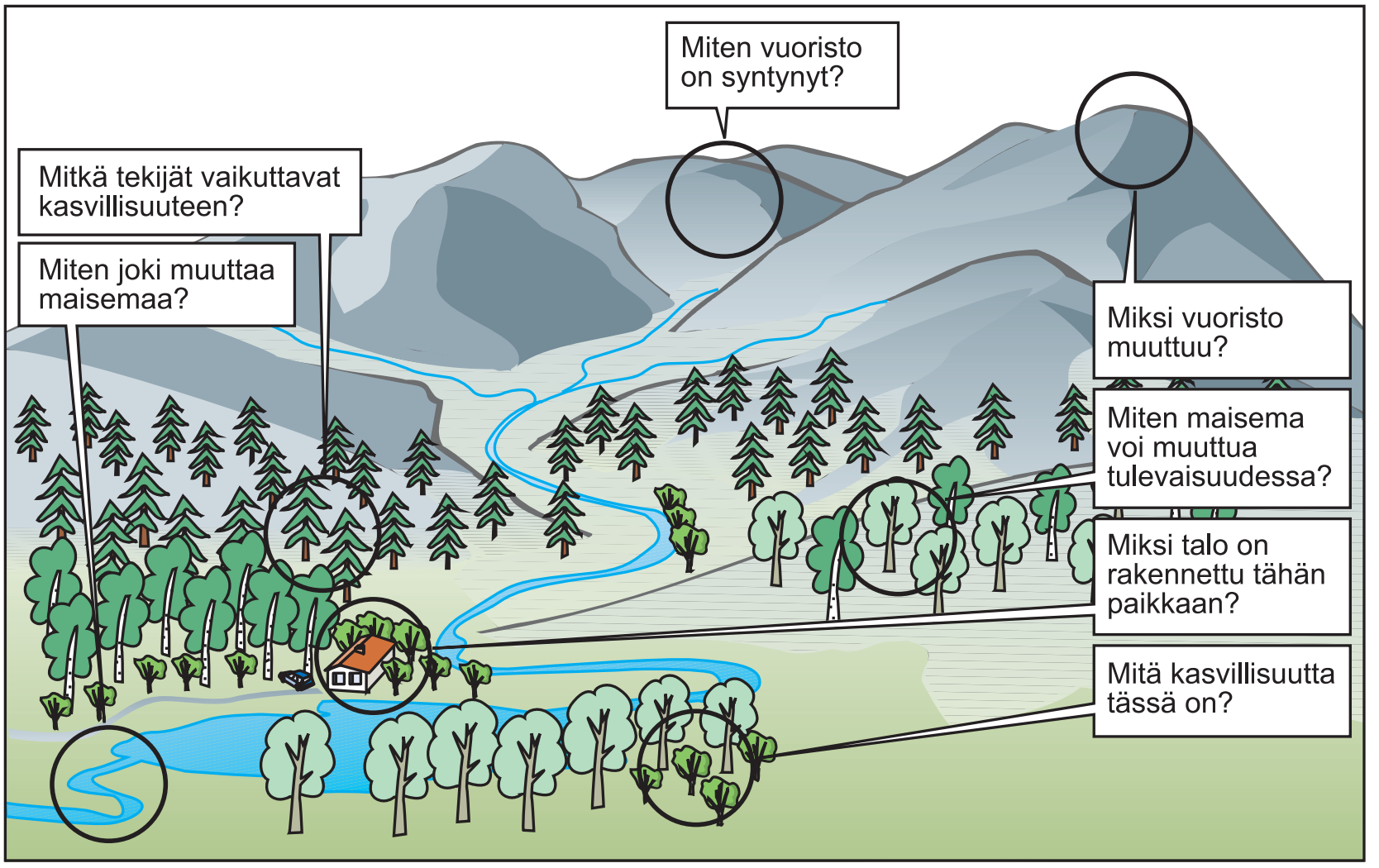
Suomenlinna, Helsinki

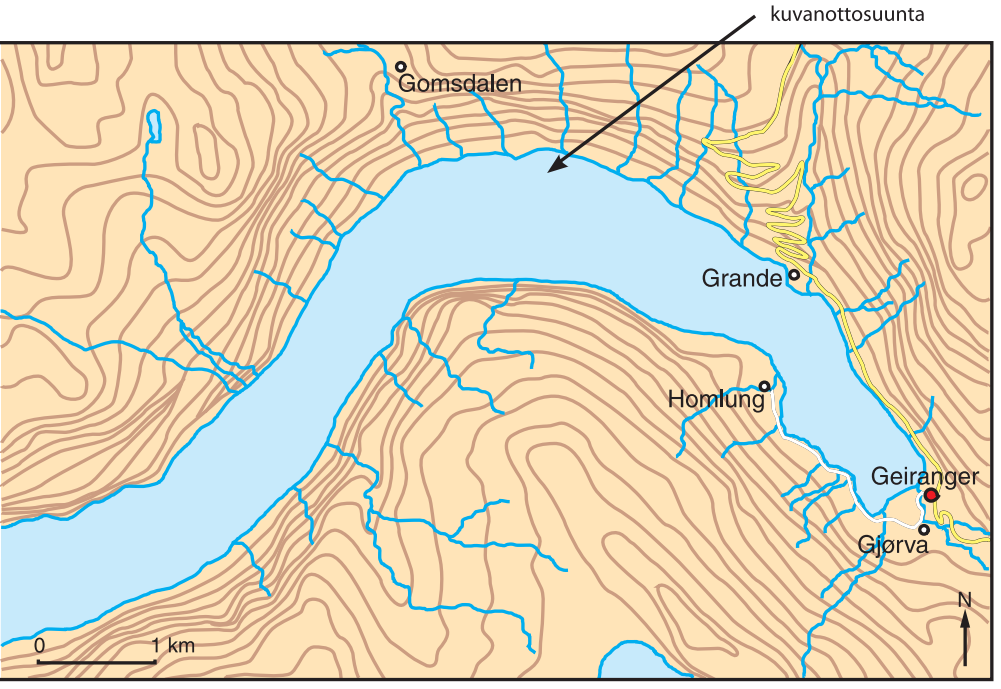
Maisemalla tarkoitetaan katsojan edessä avautuvaa näkymää. Eri ihmisille sama maisema merkitsee eri asioita. Samallekin ihmiselle tietty maisema voi merkitä eri aikoina eri asioita. Matkailija katsoo turistikohteen kuvaa ennen matkaa eri tavalla kuin matkan jälkeen. Maisema saa uuden merkityksen, kun sen on kokenut omakohtaisesti.

Maisemissa yhdistyvät luonto ja kulttuuri

Maiseman ominaisuudet aiheutuvat luonnon tai ihmisen toiminnasta tai niiden välisestä vuorovaikutuksesta. Maisema ei pysy koko ajan samanlaisena, vaan se muuttuu ja kehittyy. **Luonnonmaisemaan** kuuluvia tekijöitä ovat luonnonelementit: pinnanmuodot, vesistöt ja kasvillisuus. **Kulttuurimaisemaan** vaikuttaa eniten ihmisen toiminta. Maiseman tulkinnassa selvitetään niitä tekijöitä, jotka ovat aikaansaaneet maiseman ja muodostavat sen tällä hetkellä. Lisäksi pyritään ennakoimaan, miten maisema muuttuu tulevaisuudessa.

Maisematulkintaan liittyviä kysymyksiä





Kuvassa ja kartassa sama maisema näyttää erilaiselta. Kartassa pinnanmuotoja kuvataan korkeuskäyrillä. Mitä tiheämmässä korkeuskäyrät ovat, sitä jyrkemmät ovat pinnanmuodot.

Geirangervuono, Norja

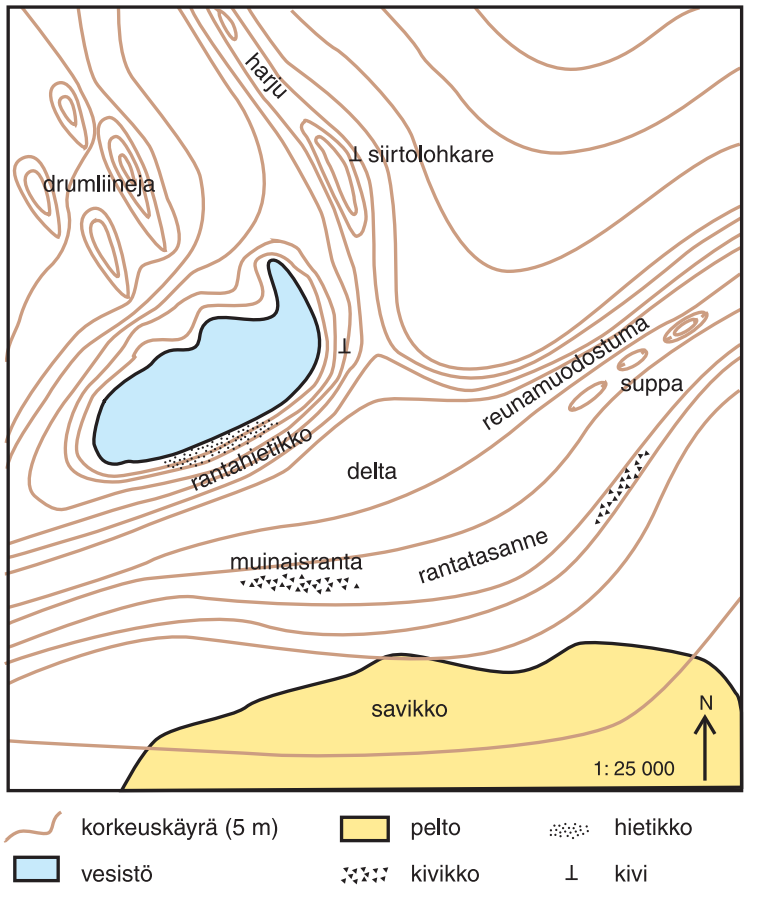
Miten pinnanmuodot näkyvät kuvissa ja kartoissa?

Luonnonmaiseman pinnanmuotoihin vaikuttavat **geomorfologiset tekijät**, joita ovat kallioperä-, maaperä- ja ilmastotekijät. Endogeeniset tapahtumat saavat aikaan joko hyvin korkeita pinnanmuotoja, esimerkiksi poimuvuoristoja ja tulivuoria, tai pitkiä kapeita rotkoja, kuten hautavajoamia, siirroksia ja Suomessakin esiintyviä ruhjevyöhykkeitä.

Eksogeeniset tekijät joko tasoittavat maiseman pinnanmuotoja tai luovat pienempiä muodostumia kuin endogeeniset tekijät. Suomessa maisemissa näkyy usein viimeisimmän jäätiköitymisen aikaan syntyneitä muodostumia. Mannerjäätikön aiheuttamia maaperän kasautumia ovat moreenimuodostumat, kuten jään liikkeen suuntaiset pisaramaiset drumliinit. Jään reunan suuntaiset reunamuodostumat, kuten Salpausselkä, ovat pitkiä, leveitä ja tasalakisia selänteitä, joiden toinen sivu on jyrkkä ja toinen loiva. Reunamuodostumien loivilla rinteillä on usein jäätikköjokien muodostamia tasalakisia suisto- eli deltamuodostumia tai kivikkoisia rantatasanteita. Jäätikköjokien synnyttämät harjut ovat pääosin kapeita ja polveilevia jäätikön liikkeen suuntaisia kohoumia. Rannoilla ja kuivilla alueilla on tuulen kasaamia dyynejä.

Kartalla korkeussuhteita kuvataan useimmiten korkeuskäyrien avulla. Ne kertovat sekä alueen absoluuttisista että suhteellisista korkeuksista. Karttamerkkien selityksistä selviää, minkä suuruisin korkeusvälein käyrät on karttaan piirretty. Tutkittavalta kartta-alueelta löytyy usein myös mitattuja korkeuskiintopisteitä korkeuslukuineen. Korkeuskäyrien tiheys kertoo rinteiden jyrkkyyden, ja joissakin kartoissa jyrkänteet on erikseen merkitty. Jyrkkien kalliorinteiden juurella voi olla merkittyinä massaliikuntojen aiheuttamia kivikoita. Jos korkeuskäyriä on kartalla harvassa, alue on melko tasaista. Vesistöjen syvyyksiä ilmaistaan syvyyskäyrinä tai -lukuina.

Viimeisimmän jäätiköitymisen aikaansaamia pinnanmuotoja kartalla



Joutsenaapa, Salla

Aapasuot ovat suurelta osin puuttomia, märkiä rimpialueita tai rimpien välissä on vain kapeita, mäntyä kasvavia kuivia jänteitä.

Miten vesialueet näkyvät kuvissa ja kartoissa?

Jokien, järvien ja vesireittien suorat, pitkänomaiset muodot ovat usein seurausta kallioperän siirros- ja ruhjevyöhykkeistä, jotka ovat täyttyneet vedellä viimeisen jäätiköitymisen jälkeen. Vesistöjen suuntautuneisuudesta voi myös päätellä jäätikön kulkusuunnan. Joen meanderointi eli mutkittelu, mutkien sisäreunojen särkät sekä makkarajärvet eli juoluat kertovat virtaavan veden toiminnasta. Jokilaakson muodosta voi päätellä, missä veden kulutus on suurinta ja kuinka nopeasti vesi virtaa. Karttoihin on useimmiten merkitty myös vesien virtaussuunnat. Järvien ja merien rannoilla voi näkyä aallokon työn tuloksena syntyneitä rantamuodostumia: särkkiä ja rantatörmiä.

Soiden määrä ja niiden sijoittuminen kertoo sekä kosteasta ilmastosta että suon syntytavasta. Soita syntyy tulvamaan, merenrannan tai metsämaan soistumisen tai vesistön umpeenkasvun tuloksena. Pinnanmuotonsa mukaan suot jaetaan keskeltä koholla oleviin keidassoihin ja tasaisempiin aapasoihin. Aapasoita voi esiintyä myös rinnealueilla. Arktisilla alueilla esiintyy palsasoita, joiden turvekummut ovat keskeltä ikiroudassa.

Miten kasvillisuus ja ihmisen vaikutus näkyvät kuvissa ja kartoissa?

Luonnonmaisemaa muokkaaviin **ekologisiin tekijöihin** kuuluvat kasvillisuus ja eläimistö. Koska kasvillisuuden muodostumiseen vaikuttavat ilmastotekijät eli sademäärä ja lämpötila, kasvillisuuden perusteella voi tehdä johtopäätöksiä myös maisema-alueen ilmastosta. Esimerkiksi lehtimetsä voi kehittyä vain kosteille ja lämpimille alueille. Havupuut menestyvät lehtipuita paremmin kuivemmassa ja viileämmässä. Jos alueen ilmasto on erittäin kylmä tai kuiva, puita ei kasva lainkaan.

Maaperä vaikuttaa kasvillisuuteen, joten kasvillisuuden perusteella voidaan arvioida alueen maaperän kosteuden ja ravinteiden määrää. Rehevä kasvillisuus ja lehtimetsät kertovat kosteasta ja ravinteikkaasta maaperästä, mäntymetsät ja harva kasvillisuus kuivasta ja karusta. Kartoissa kasvillisuus on kuvattu joko väreillä tai merkeillä. Suurimittakaavaisissa kartoissa on eroteltu havu-, lehti- ja sekametsät sekä taimikot ja pensaikot.

Torronsuo, Tammela

Keidassoiden karuilla keskiosilla kasvaa pääasiassa mäntyjä ja ravinteikkaammilla laidoilla kuusia.

Piesjänkä, Utsjoki

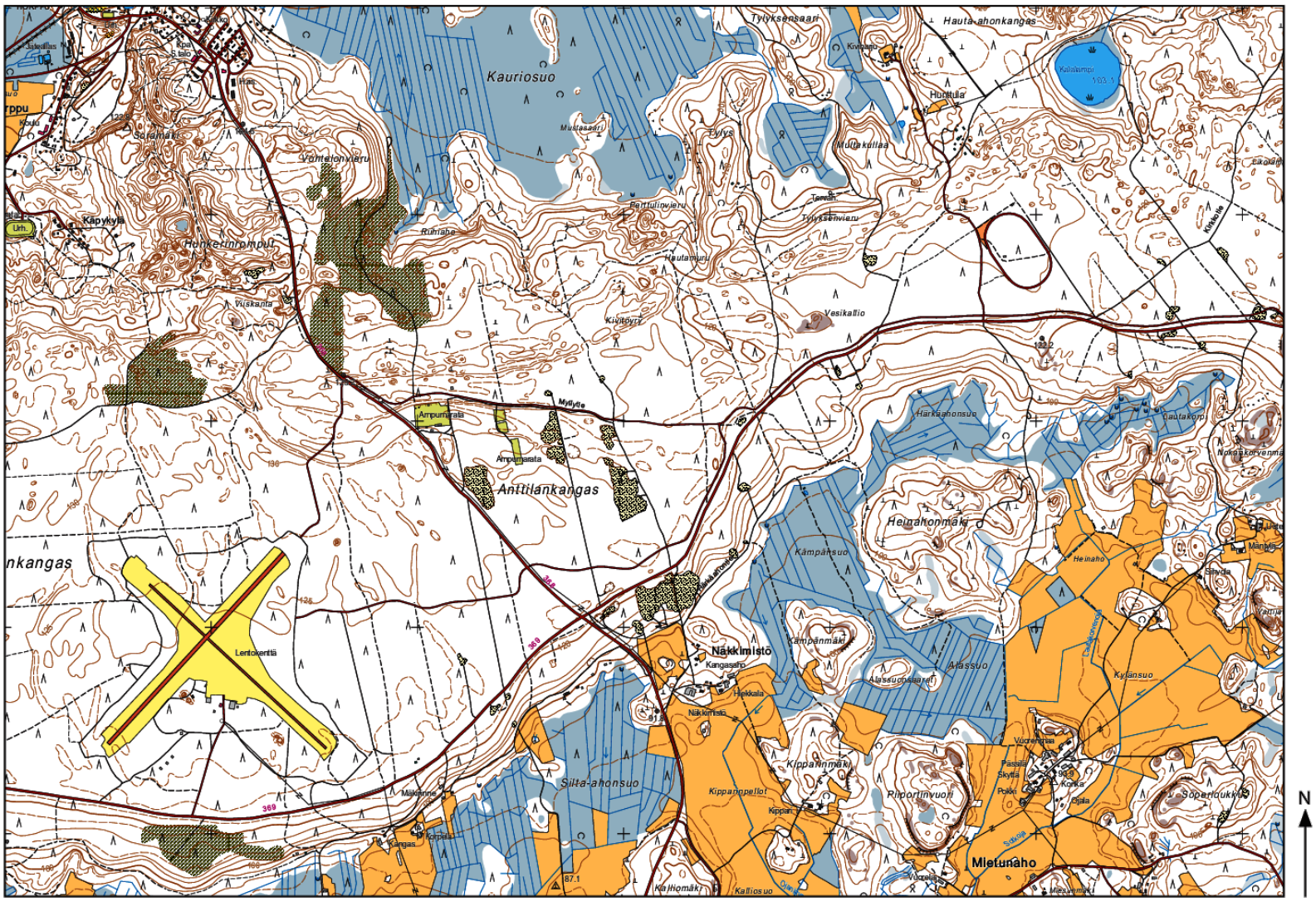
Palsasoilla on jäisiä turvekumpuja.

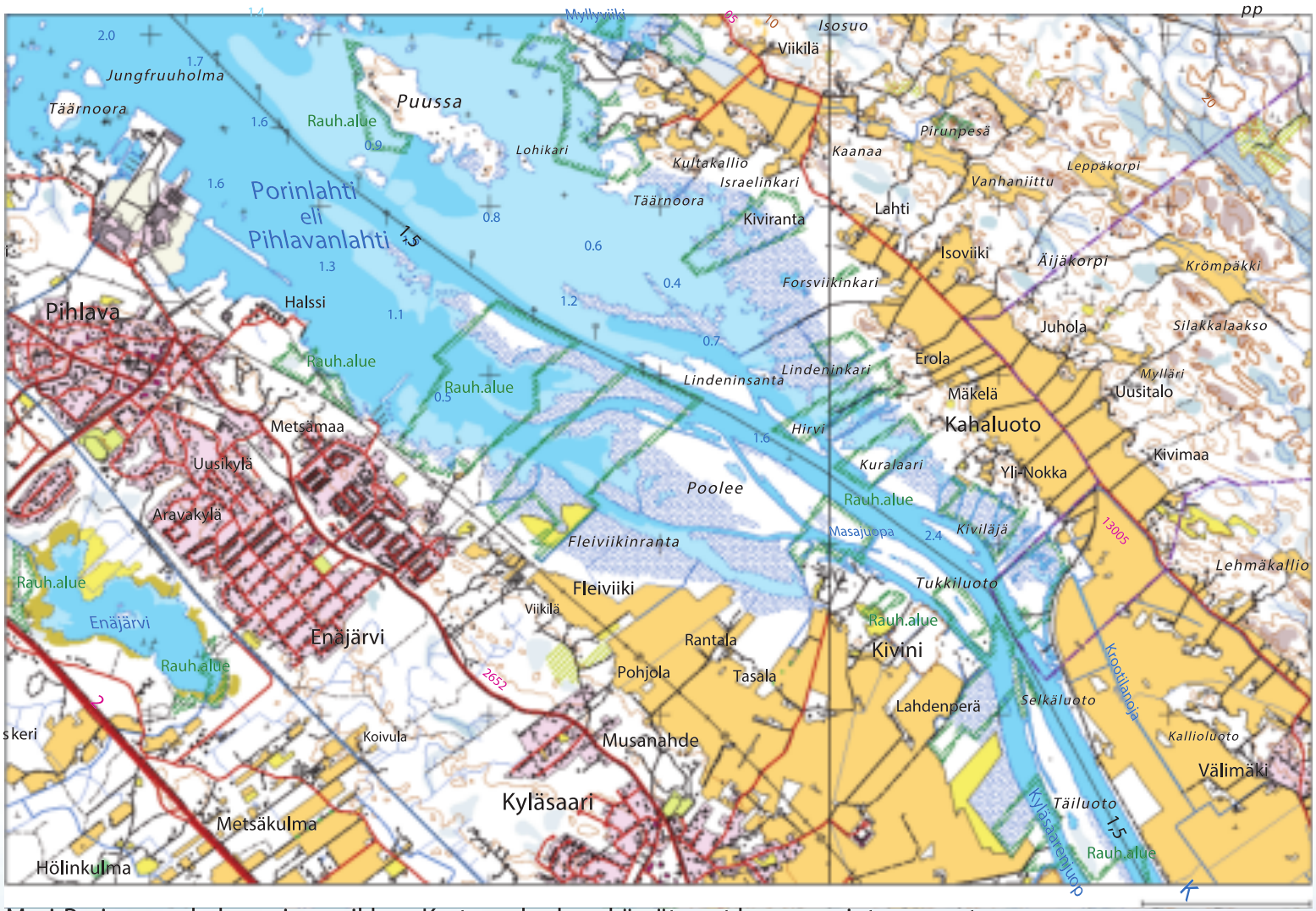
Kasvillisuuden perusteella voi päätellä, millainen on alueen ilmasto ja miten ihminen on vaikuttanut alueeseen. Esimerkiksi karhunlaukka kukkii keväällä, kun lehdossa on tarpeeksi valoa, kosteutta ja ravinteita saatavilla.

Hausjärvi

Ihminen ojittaa soita esimerkiksi metsätalousalueiksi.

Ihmisen toiminta alueella on maiseman **kulttuurinen tekijä**. Se voi näkyä maisemassa asutuksena ja muina rakennuksina. Pinnanmuotoihin ihminen vaikuttaa esimerkiksi kaivamalla sorakuoppia ja louhoksia tai rakentamalla pengerryksiä. Sora- ja hiekka-alueille on rakennettu liikenneväyliä. Jokien patoaminen ja suoristaminen sekä soiden kuivattaminen ojittamalla ovat esimerkkejä vesistöjen muokkauksesta. Savikot ja muut ravinteikkaat alueet on raivattu pelloiksi. Metsäalueilla ihmisen toiminta näkyy avoimina niittyinä tai avohakkuina. Ne on yleensä merkitty karttaan. Usein karttaan merkitään myös luonnonsuojelualueet tai luonnonmuistomerkit. Kulttuurimaisemien tulkitsemista käsitellään tarkemmin kulttuurimaantieteen GE2-kurssilla.


Kauriosuo
Tylyksensaari
Hauta-ahonkangas
Hautala
Kalalampi
Mullakullaa
Tylys
Tylyksentie
Tylyksenvieru
Mustasaari
Pertuliinvieru
Ruhnaho
Hautamäki
Kivitorvi
Vesikallio
Kapykylä
Hohkerinmäentie
Viiskanta
Sorjamäki
Kirkko
Kirkkotie
Ampumarata
Myllytie
Anttilankangas
Härkäahonsuo
Hautakorpi
Heinäahonmäki
Heinaho
Kämpänsuo
Kämpänmäki
Alassuo
Alassuonsaarelt
Kylänsuo
Lentokenttä
Näkkimäentie
Näkkimäki
Kangasaho
Hekkala
Kippainmäki
Kippainpellot
Kippainen
Silta-ahonsuo
Riipontinvuori
Mietunaho
Kallionsuo
Kallomäki
Kangas
Kirkonkylä
Mäkinne
Vuorentaus
Fasalla
Skytlä
Korska
Pokki
Ejalla
Söderlaukka
Sillbole
Oljebole
Mietunahontie
Mietunahontie
Mäenrinne
Mäenrinnemäki
Vuorelantie
Kangasahontie
Kangasahontie
Kylänsuontie
Kylänsuontie
Kirkonkyläntie
Kirkonkyläntie
Kirkonkylänt



Maanmittauslaitos, lupa nro 541/IMML/09

Meri-Porin maankohoamisrannikkoa. Kartassa korkeuskäyrät ovat harvassa, joten maasto on tasaista. Alueella on peltoja, sillä entinen merenpohja on ravinteikasta.

Kokemäenjoki, Meri-Pori

Vinkkejä luonnonmaisemien tulkintaan

Kun tulkitset luonnonmaisemia **karttojen** avulla, mieti seuraavia asioita:

- Mikä on kartan mittakaava? Kuinka suurta aluetta kartta kuvaa?
- Missä alue sijaitsee? Koordinaatisto kertoo tarkan sijainnin, mutta nimistöstäkin voi päätellä jotakin alueen sijainnista.
- Millaisia pinnanmuotoja kartan kuvaamalla alueella esiintyy? Onko alue tasaista vai onko siellä huomattavia korkeuseroja? Kuinka syviä vesistöt ovat?
- Mitä voit päätellä alueen kallioperästä? Onko alueella siirros- tai murtumalinjoja? Näkyykö avokallioita? Voiko kallioperän iästä tai kivilajista tehdä päätelmiä? Näkyykö rapautumisen tai massaliikuntojen merkkejä?
- Mitä voit päätellä alueen maaperästä? Näkyykö alueella jääkauden jälkiä: u-laaksoja, reunamuodostumia, harjuja, drumliineja, siirtolohkareita tai suppia?
- Millaisia vesialueita kartan kuvaamalla alueella esiintyy? Mihin suuntaan vedet virtaavat? Miten vesialueet ovat syntyneet ja millaisia muotoja virtaava vesi tai aallot saavat aikaan alueella?
- Näkyykö alueella tuulen aiheuttamia muodostumia?
- Millaista kasvillisuutta alueella esiintyy? Mitä kasvillisuus kertoo alueen ilmastosta ja maaperästä?
- Onko alueen pienilmastossa eroja? Näkyykö kartalla esimerkiksi etelään tai pohjoiseen suuntautuvia rinteitä tai syviä rotkolaaksoja, joiden lämpötilat ovat erilaisia kuin ympäristössä?
- Miten ihminen on muokannut alueen pinnanmuotoja, vesistöjä ja kasvillisuutta?
- Onko karttaan merkitty suojeltuja alueita? Millaisia alueita ne ovat?

Kun tutkit luonnonmaisemia **valokuvien** avulla, kiinnitä huomiota myös seuraaviin asioihin:

- Voitko päätellä, miltä ajalta tutkimasi kuva tai kuvat ovat peräisin? Perustele tulkintasi.
- Arvioi kuvan maiseman miellyttävyyttä. Onko maisema mielestäsi kaunis? Jos voisit muuttaa maisemassa joitain yksityiskohtia, mitä ne olisivat ja miten muuttaisit niitä? Miksi?
- Jos mahdollista, vertaa samalta alueelta otettua kuvaa ja karttaa. Mieti, mistä ilmansuunnasta kuva on otettu. Onko maisemassa tapahtunut muutoksia kartan teon ja kuvan ottamisen välisenä aikana? Millaisia muutokset ovat? Onko maisema muuttunut mielestäsi parempaan vai huonompaan suuntaan? Perustele vastauksesi.

Tiivistelmä

- Maisemaa muokkaavat geologiset, ekologiset ja kulttuuriset tekijät.
- Luonnonmaisemaan vaikuttavat pääosin pinnanmuodot, vesialueet ja kasvillisuus.
- Endogeeniset tekijät saavat aikaan korkeita ja jyrkkiä muotoja, eksogeeniset tekijät pääasiassa tasoittavat niitä.
- Kasvillisuuden perusteella voidaan päätellä alueen ilmaston ja maaperän ominaisuuksia.
- Kartan tulkinta pohjautuu karttamerkkeihin. Pinnanmuotoja kuvataan kartoissa korkeuskäyrillä, vesiä ja kasvillisuutta väreillä ja karttamerkeillä.

Pohdittavaa

1. Millainen luonnonmaisema miellyttää sinua eniten? Vertaile näkemyksiäsi muiden kanssa.
2. Mitä arvoja maisemiin liittyy?

Käsitteet

aapasuo (*aapa mire, aapa bog*)
Suoyhdistymätyyppi, joka on pääosin puuton ja jonka keskiosa on laitoja alempana. 133

aavikko (*desert*)
Kasvillisuusalue, jossa sataa harvoin. Suurin osa maanpinnasta on paljaana. Aavikkokasvit ovat sopeutuneet siihen, että sadetta tulee vain satunnaisesti. Ne pystyvät varastoimaan vettä, haihduttavat vähän tai kasvattavat versoja ja kukkia vain sateen jälkeen. 91

aavikoituminen (*desertification*)
Aavikoiden levittäytyminen uusille alueille. Aavikoituminen johtuu maaperää sitovan kasvillisuuden häviämisestä pitkään jatkuneen kuivuuden, metsien hakkaamisen ja liikalaidunnuksen seurauksena. 91

absorboituminen
ks. imeytyminen 38

aerosolihiukkaset (*aerosols*)
Ilmakehässä olevat pienet hiukkaset, jotka ovat peräisin joko luonnosta tai ihmisen toiminnasta. Esimerkiksi suolakiteet, siitepöly, sulfaatit ja noki ovat aerosolihiukkasia. 34

aikavyöhyke (*time zone*)
Kahden pituuspiirin rajaama vyöhyke, jolla noudatetaan samaa kellonaikaa. Aikavyöhykkeen leveys on 15°. Käytännössä aikavyöhykkeiden rajat noudattelevat valtioiden tai osavaltioiden rajoja. 28

alityöntövyöhyke
(*subduction zone*)
Litosfäärilaattojen törmäyskohta, jossa raskaamman laatan reuna painuu kevyemmän laatan alle. 104

alkuräjähdys (*Big Bang*)
Tapahtuma, jossa nykyinen maailmankaikkeus sai alkunsa. Energiaa muuttui materiaksi ja aika alkoi kulkea. Alkuräjähdyksen seurauksena maailmankaikkeus alkoi laajeta hyvin nopeasti. 17

alueelliset tuulet (*regional winds*)
Tuulet, jotka esiintyvät tietyillä alueilla ja joihin vaikuttavat alueen ominaispiirteet, esimerkiksi vesistöt ja pinnanmuodot. Alueellisia tuulia ovat esimerkiksi monsuunituulet Kaakkois-Aasiassa. 43

aluemaantiede
(*regional geography*)
Maantieteen ala, jossa tutkitaan ympäristöstä rajattua aluetta, esimerkiksi valtiota. 7

aro (*grassland*)
Kasvillisuusalue, jossa sademäärät ovat liian pieniä puiden kasvuun. Arokasvillisuus koostuu pääasiassa erilaisista heinistä. 92

astenosfääri (*astenosphere*)
Vaipan osa litosfäärin alla. Litosfäärilaatat liukuvat hitaasti astenosfäärin pintaa pitkin. 97

asteroidi (*asteroid*)
Pieni taivaankappale, joka kiertää Aurinkoa. Asteroidin läpimitta on vähintään kymmeniä metrejä. Asteroidit eroavat kääpiöplaneetoista siinä, että ne ovat niin pieniä, ettei painovoima riitä muovaamaan niitä pallomaisiksi. Suurin osa asteroideista kiertää Aurinkoa Marsin ja Jupiterien ratojen välissä olevalla asteroidivyöhykkeellä. 19

asteroidivyöhyke (*asteroid belt*)
Marsin ja Jupiterin ratojen välissä oleva vyöhyke, jolla suurin osa Aurinkoa kiertävien asteroidien radoista sijaitsee. 19

asteverkko ks. maantieteellinen koordinaatisto 11

atmosfääri ks. ilmakehä 34

auringonpilkku (*sunspot*)
Auringon fotosfäärin ympäristöään viileämpi kohta, joka näkyy tummempana kohtana Auringon pinnalla. Auringonpilkkuihin liittyy voimakas magneettikenttä. Auringonpilkkujen magneettikentät vaikuttavat Maan magneettikenttään. 20

auringonpimennys
(*solar eclipse*)
Tilanne, jossa Kuu osuu radallaan Auringon ja Maan väliin niin, että se peittää Maasta katsoen Auringon. 20

Aurinko (*Sun*)
Oman Aurinkokuntamme keskustähti. 18, 20

aurinko ks. tähti 17

Aurinkokunta (*Solar System*)
Auringosta ja sitä kiertävistä taivaankappaleista koostuva kokonaisuus. 17

aurinkotuuli (*solar wind*)
Hiukkassäteily, joka lähtee Auringon koronasta. Aurinkotuuli koostuu lähinnä elektroneista ja protoneista. 21

aurinkovuorokausi (*solar day*)
Aika, joka kuluu siihen, että Aurinko Maan yhden pyörähdyksen jälkeen näkyy uudelleen samassa suunnassa, esimerkiksi suoraan etelässä. Aurinkovuorokauden pituus on 24 h. 28

basaltti (*basalt*)
Magmakiviin kuuluva kivilaji, jota muodostuu, kun maanpinnalle tai merenpohjalle purkautuva basalttinen laava jähmettyy kiveksi. 103

basalttilaakio (*flood basalt*)
Laaja-alainen basalttikerros, joka on muodostunut mantereen alla sijaitsevasta kuumasta pisteestä purkautuneesta laavasta. Basalttilaakion paksuus voi olla jopa useita kilometrejä ja pinta-ala tuhansia neliökilometrejä. 108

basalttinen laava (*basaltic lava, mafic lava*)
Helposti virtaavaa sulaa kiveä, jota purkautuu pääasiassa valtamerten keskiselänteillä. Myös kilpitulivuorista purkautuva laava on basalttista. Jähmettynyt basaltti on mustaa. 108

biodiversiteetti (*biodiversity*)
Luonnon monimuotoisuus, joka ilmenee kolmella tasolla: yhden eliölajin yksilöiden välisenä geneettisenä muunteluna, eri eliölajien määränä sekä erilaisten eliöyhteisöjen monipuolisuutena tietyllä alueella. 90

biomi (*biome*)
Suurekosysteemi, joka käsittää laajan alueen ilmaston, maaperän, kasvillisuuden ja muun eliöstön muodostaman kokonaisuuden. 88

biosfääri, elokehä (*biosphere*)
Maapallon kaikkien eliöiden muodostama kokonaisuus. 35

CFC-yhdisteet
(*CFCs, chlorofluorocarbons*)
Hiilivety-yhdisteet, jotka sisältävät klooria ja fluoria. Ne toimivat alailmakehässä kasvihuonekaasuina. Yläilmakehässä ne tuhoavat otsonikerrosta. 38

coriolisilmiö (*Coriolis effect*)
Liikkeiden suunnan kaartuminen, joka johtuu Maan pyörimisestä. Coriolisilmiön vaikutuksesta maanpinnan suuntaiset liikkeet kaartuvat pohjoisella pallonpuoliskolla menosuunnassa oikealle ja eteläisellä pallonpuoliskolla vasemmalle. 29

delta ks. suisto 121

doliini (*doline*)
Suppilomainen kuoppa karstialueella. 118

drumliini (*drumlin*)
Kohouma maastossa, joka on syntynyt jäätikön etenemisvaiheessa ja on muodoltaan pitkänomainen ja toisesta päästään kapeneva. Drumliini koostuu pääasiassa moreenista. 125

dyyni (*dune*)
Hiekkakasa, jonka tuuli on kasannut. Dyynit ovat tavallisia aavikoilla ja rannikoilla. 126

ekologiset maisematekijät
(*ecological factors of landscape*)
Luonnonmaiseman tekijät, joita ovat kasvillisuus ja eläimistö. 133

eksogeeniset tapahtumat
(*exogenic processes*)
Maanpintaa muokkaavat tapahtumat, jotka saavat energiansa joko suoraan tai välillisesti Auringosta ja Maan painovoimasta eli muualta kuin maapallon sisäisestä lämmöstä. Rapautuminen ja eroosio ovat eksogeenisia tapahtumia. 116

eksosfääri (*exosphere*)
Uloin ilmakehän kerroksista. Eksosfääri koostuu pääosin vedystä ja heliumista. Eksosfäärissä kaasumolekyylit ovat harvassa ja ilmakehä vaihtuu vähitellen avaruudeksi. 36

elokehä ks. biosfääri 35

eloperäinen maalaji
(*organic soil type*)
Maalaji, joka on syntynyt kasvien tai muiden eliöiden maatuneista jäänteistä, esimerkiksi multa, muta ja turve. 85

endogeeniset tapahtumat
(*endogenic processes*)
Maapallon sisäisen lämmön aiheuttamat tapahtumat, esimerkiksi litosfäärilaattojen liikkeet, maanjäristykset ja tulivuorenpurkaukset. 101

episentrumi (*epicenter*)
Kohta, joka on suoraan järistyskeskuksen eli hyposentrumin yläpuolella maanpinnalla. 108

erkanemissauma, erkanemisvyöhyke (*divergent boundary*)
Kahden litosfäärilaatan rajakohta, jossa laatat liikkuvat poispäin toisistaan. 102

eroosio (*erosion*)
Maanpinnan kuluminen, jossa eroosiovoimat eli virtaava vesi, liikkuva jää, tuuli, aallokko ja painovoima saavat rapautuneen maa-aineksen liikkeelle. Samat voimat myös kuljettavat ja kasaavat rapautunutta maa-ainesta paikasta toiseen. 116

flare (*solar flare*)
Lyhytkestoinen purkaus Auringon koronassa. Flaressa purkautuu suuri määrä Auringon magneettikenttään varastoitunutta energiaa. Flaret näkyvät kirkkaina leimahduksina. 20

fotosfääri (*photosphere*)
Auringon alin kaasukehä. Fotosfääri on se kerros Auringosta, joka nähdään Maassa. 20

fuusioreaktio (*nuclear fusion*)
Ydinreaktio, jossa kaksi atomiydintä yhdistyy raskaammaksi atomiytimeksi. Samalla osa ytimen massasta muuttuu energiaksi. Tähtien säteilemä energia on peräisin fuusioreaktioista. 17

fysikaalinen rapautuminen, mekaaninen rapautuminen
(*physical weathering*)
Rapautuminen, jossa kivi tai mineraali hajoaa pienemmiksi kappaleiksi säilyttäen alkuperäisen kemiallisen koostumuksensa. 117

fyysinen kartta (*physical map*)
Kartta, joka kuvaa maanpinnalla havaittavia asioita. Fyysisiä karttoja ovat esimerkiksi pinta-alaltaan pieniä alueita kuvaavat maastokartat ja laajoja alueita kuvaavat maanosakartat. 12

föhnilmiö ks. lämmin laskutuuli 44

galaksi (*galaxy*)
Tähtijärjestelmä, joka koostuu sadoista miljardeista tähdistä, niitä kiertävistä muista taivaankappaleista sekä erilaisista tähtienvälisen avaruuden pöly- ja kaasupilvistä. Oma galaksimme on nimeltään Linnunrata. 17

gammasäteily (*gamma rays*)
Sähkömagneettinen säteily, jota syntyy ydinreaktioissa. Sen aallonpituus on alle 0,01 nm. Auringon gammasäteily ei pääse ilmakehän läpi maanpinnalle. 20, 38

geografia ks. maantiede 6

geomorfologiset maisema-tekijät
(*geomorphological factors of landscape*)
Luonnonmaiseman pinnanmuotoihin vaikuttavat tekijät, kuten kallioperä-, maaperä- ja ilmastotekijät. 132

geoterminen energia, geoterminen lämpö
(*geothermal energy, geothermal heat*)
Lämpöenergia, joka on peräisin Maan sisäisestä lämmöstä, esimerkiksi tulivuorista ja kuumista lähteistä saatava energia. 111

geysir (*geyser*)
Kuuma suihkulähde, joka voi lennättää vettä jopa kymmenien metrien korkeuteen. Geysirin toiminta perustuu siihen, että maan alla olevassa onkalossa oleva vesi höyrystyy ja höyrynpaine suihkuttaa veden ulos maanpinnalla olevasta reiästä. 111

GIS ks. paikkatietojärjestelmä 11

glasiaalikausi (*glacial period*)
Ajanjakso, jolloin maapallolla tapahtuu jäätiköitymistä. 78

globaali (*global*)
Maapallonlaajuinen, maailmanlaajuinen. 9

GMT (*GMT, Greenwich Mean Time*)
Greenwichin keskiaika, ks. UTC 29

GPS (*global positioning system*)
Satelliittipaikannusjärjestelmä, jonka Yhdysvaltain puolustusministeriö on kehittänyt. GPS on otettu myös siviilikäyttöön. 11

haihtuminen (*evaporation*)
Tapahtuma, jossa neste muuttuu kaasuksi, esimerkiksi vesi vesihöyryksi. 49

harju (*esker*)
Pitkä harjanne, jonka maalajit ovat pyöristynyttä hiekkaa ja soraa. Harjuaines on jäätikön sulamisvesivirtojen lajittelemaa ja kasaamaa. 125

hautavajoama (*rift valley*)
Jyrkkäreunainen pitkä laakso, joka muodostuu kahden toisistaan poispäin liikkuvan litosfäärilaatan tai sen lohkojen väliin. Hautavajoamia ovat esimerkiksi Itä-Afrikan hautavajoama ja Reinin laakso Ranskan ja Saksan rajalla. 103

hehtopascal (*hectopascal*)
Ilmanpaineen yksikkö, jota nykyisin käytetään meteorologiassa. Yksi hehtopascal (*hPa*) on yhtä kuin yksi millibaari (*mbar*). 39

heijastuminen (*reflection*)
Valon osuminen johonkin pintaan ja ponnahtaminen siitä takaisin. Heijastumisen määrä riippuu pinnan laadusta. Esimerkiksi lumi heijastaa paljon Auringon säteilyä, mutta musta asfaltti ei. 75

hepoasteiden korkeapaine (*subtropical high-pressure*)
Korkeapaineen alue, joka muodostuu, kun päiväntasaajalta troposfäärin yläosaan noussut ilma laskeutuu alas maanpinnalle noin 30. leveysasteiden tienoilla. 41

heterosfääri (*heterosphere*)
Ilmakehän yläosa noin 100 km korkeudelta ylöspäin maanpinnasta. Heterosfäärissä kaasut ovat kerrostuneina oman molekyylipainonsa mukaan. 35

hiidenkirnu (*pothole*)
Syvä kuoppa kalliossa, jonka nopea veden virtaus ja sen pyörittämä kivi on kovertanut. 121

hiilinielu (*carbon sink*)
Hiiltä sitova ekosysteemi, esimerkiksi trooppiset metsät, joissa on paljon hiiltä sitovaa kasvillisuutta. 80

homosfääri (*homosphere*)
Ilmakehän alaosa noin 100 km korkeudelle asti maanpinnalta. Homosfäärin kaasukoostumus on tasalaatuista ja sekoittunutta. 35

horisontti (*horizon*)
Maanpinnan ja taivaan välinen rajaviiva, jonka maanpinnalla oleva havainnoitsija näkee. 23

horsti (*horst*)
Maankuoren lohko, joka on kohonnut litosfäärilaatan liikkeiden seurauksena. 107

humus (*humus*)
Tummanruskea tai musta eloperäinen aines, joka koostuu maatuneesta kasviaineksesta. 85

hurrikaani (*hurricane*)
Trooppinen pyörremyrsky Amerikan Tyynenmeren tai Atlantin puoleisella rannikolla. 45

huuhtoutumiskerros (*albic horizon*)
Maannoksen kerros, josta vesi ja siihen liuenneet humushapot ovat liuottaneet ja kuljettaneet pois joitakin ravinteita. 85

hydrologinen kierto ks. veden kiertokulku 48

hydrosfääri ks. vesikehä 48

hyposentrumi, järistyskeskus (*hypocenter, focus*)
Kohta, jossa maanjäristyksen aiheuttava litosfäärilaatan yhtäkkinen liike tapahtuu. 107

hyökyaalto ks. tsunami 59

ikirouta (*permafrost*)
Ympäri vuoden jäässä oleva maaperä. 93

ikivihanta (*evergreen*)
Puu tai metsä, joka ei pudota lehtiään talveksi tai kuivakaudeksi. 91

ilmakehä, atmosfääri (*atmosphere*)
Kaasuista koostuva kerros maapallon ympärillä. 34

ilmakuva (*aerial photograph*)
Valokuva, joka on otettu suoraan ylhäältä päin, yleensä lentokoneesta tai helikopterista. 13

ilmamassa (*air mass*)
Ilma, joka on laajalla alueella lämpötilaltaan ja kosteudeltaan yhtenäistä. Ilmamassat liikkuvat planetaaristen tuulten kuljettamina. Ilmamassoja ovat esimerkiksi navoilta tuleva kylmä ja kuiva ilma tai hepoasteilta tuleva kostea ja lämmin ilma. 42

ilmanpaine (*atmospheric pressure*)
Paine, jonka ilmakehän paino aiheuttaa alustaansa, esimerkiksi maanpintaa vasten. 39

ilmasto (*climate*)
Säätekijöiden tila pitkällä ajanjaksolla. Ilmasto määritellään yleensä 30 vuoden säähavaintojen kuukausi- ja vuosikeskiarvojen perusteella. 71

ilmastoalue (*climate region*)
Alue, jolla vallitsee sama ilmastotyyppi, esimerkiksi kostean lauhkea ilmastoalue. 71

ilmastodiagrammi (*climograph*)
Diagrammi, joka kuvaa jonkin alueen ilmastoa. Ilmastodiagrammissa kuukausien keskilämpötiloja on kuvattu käyrällä ja sademääriä pylväillä. 71

ilmastonmuutos (*climate change*)
Kasvihuoneilmiön voimistumisesta yleisesti käytetty nimitys. Ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos johtuu kasvihuonekaasujen lisääntymisestä ilmakehässä. 79

ilmastotyyppi (*climate type*)
Ilmastoluokittelun yksikkö. Samaan ilmastotyyppiin kuuluvilla alueilla vuotuinen lämpötilan ja sademäärän vaihtelu on samanlaista. Esimerkiksi Köppenin ilmastoluokituksessa ilmastot on luokiteltu eri ilmastotyyppeihin. 71

imeytyminen (säteilyn), absorboituminen (*absorption*)
Säteilyn pidättyminen aineeseen. Esimerkiksi osa Auringon sähkömagneettisesta säteilystä imeytyy ilmakehän molekyyleihin ja muuttuu lämpöenergiaksi. 38

imeytyminen (veden) (*infiltration*)
Veden vajoaminen maaperän vedeksi. Imeytyminen on yleensä tehokasta huokoisilla maa-aineksilla, joiden kohdalla pintavalunta jää pieneksi. Vastaavasti tiivis maanpinta vähentää imeytymistä ja lisää pintavalunnan osuutta. 49

infrapunasäteily, lämpösäteily (*infrared radiation*)
Sähkömagneettinen säteily, jonka aallonpituus on 700 nm – 1 mm. 20

interglasiaalikausi (*interglacial period*)
Ajanjakso, joka on jääkauden aikana, mutta on lämpimämpi kuin jäätiköitymiskausi. 78

ionosfääri (*ionosphere*)
Ilmakehän kerros termosfäärin alaosassa. Ionosfäärissä atomit ovat ioneina. Atomien hajotessa syntyneet elektronit heijastavat Auringosta tulevaa radiosäteilyä sekä maan pinnalta tulevia radioaaltoja. 36

iskostuminen (*cementation*)
Hidas tapahtuma, jossa irtonainen maa-aines kovettuu kiveksi kovassa paineessa. 113

isobaari (*isobar*)
Saman ilmanpaineen käyrä. Isobaareja käytetään esimerkiksi sääkartoissa. 40

isostasia (*isostasy*)
Tasapainotila, joka kuvaa sitä, miten syvällä eripaksuiset litosfäärilaattojen osat kelluvat astenosfäärin päällä. Esimerkiksi vuoristojen kohdalla litosfääri on paksu ja se on painunut huomattavasti syvemmälle astenosfääriin kuin ohuen merenpohjan kohdalla. 97

isotermi (*isotherm*)
Saman lämpötilan käyrä. Isotermejä käytetään esimerkiksi lämpövyöhykkeiden rajojen määrittelyssä. 70

itätuulet (*polar easterlies*)
Planetaariset tuulet, jotka puhaltavat napa-alueiden korkeapaineiden alu-

eilta poispäin. Napojen läheisyydessä voimakas coriolisilmiö saa ne kääntymään itätuuliksi. 41

jetvirtaus ks. suihkuvirtaus 42

juolua ks. makkarajärvi 121

jähmettyneet kivet, kiteiset kivet, magmakivet (*igneous rocks*)
Kivilajiryhmä, johon kuuluvat kivet ovat syntyneet kiteytymällä sulasta kiviaineksesta eli magmasta. 113

järistyskeskus
ks. hyposentrumi 107

jääkausi (*ice age*)
Ajanjakso, jolloin maapallolla on jäätiköitä. Usein nimitystä jääkausi käytetään myös viimeisimmästä jäätiköitymiskaudesta. 78

jäännösvuori (*residual mountain, residual rock*)
Hyvin kulutusta kestävä kallio, joka on jäänyt jäljelle, kun eroosio on kuluttanut ympäröivän kiviaineksen. 126

jäätiköityminen (*glaciation*)
Tapahtuma tai ajanjakso, jolloin jäätiköiden määrä lisääntyy maapallolla, koska talvella kertynyt jää ei ehdi sulaa lyhyen kesän aikana. 78

kaamos (*polar night*)
Aika, jolloin Aurinko ei päivälläkään nouse horisontin yläpuolelle. Kaamospäiviä esiintyy napapiirien ja napojen välisillä kalottialueilla. 23

kaasukehä (*atmosphere*)
Kaasujen seos, joka ympäröi planeettaa. Maan kaasukehästä käytetään nimitystä ilmakehä. 18, 34

kaasuplaneetta (*gas giant*)
Planeetta, joka koostuu suurimmaksi osaksi kaasuista, kuten vedystä, heliumista ja metaanista. Oman Aurinkokuntamme kaasuplaneettoja ovat Jupiter, Saturnus, Uranus ja Neptunus. 19

kallioperä (*bedrock*)
Maan kuorikerros, joka koostuu kiinteästä kivestä. 84

kalotti (*calotte*)
Valaistusvyöhyke, jolla on vähintään yksi yötön yö ja kaamospäivä. Pohjoiskalotti on pohjoisen napapiirin ja pohjoisnavan, eteläkalotti eteläisen napapiirin ja etelänavan väliin jäävä alue. 25

kanjoni (*canyon*)
Syvä, jyrkkäreunainen v-laakso. 121

kansainvälinen päivämääräraja (*International Date Line*)
Raja, jolla päivämäärä ja viikonpäivä vaihtuvat. Päivämääräraja kulkee Tyynen valtameren halki pääosin pituuspiiriä 180°. Kun raja ylitetään idästä länteen, siirrytään seuraavaan päivään. 29

kapillaari-ilmiö (*capillary action*)
Ilmiö, jonka vaikutuksesta vesi nousee kapeissa putkissa tai maaperän hiukkasten välisissä rakosissa. 86

karike (*plant litter*)
Maan pinnalla oleva maatumaton aines, joka koostuu maahan varisseista neulasista ja lehdistä sekä muista kuolleista kasvinosista. 85

karstimaa (*karst*)
Maisema, joka muodostuu alueille, joilla sadevesi kuluttaa helposti rapautuvaa kallioperää, kuten kalkkikiveä tai dolomiittia. Siellä on esimerkiksi tippukiviluolia. 118

kartografia (*cartography*)
Tieteenala, jossa tutkitaan karttoja ja niiden laatimiseen käytettäviä menetelmiä. 11

kartta (*map*)
Maapallon pinnasta piirretty kuva, jota on pienennetty, yleistetty ja täydennetty lisätiedoin. Kartalla erilaisia kohteita ja niiden ominaisuuksia kuvataan karttamerkkien avulla. 11

karttamerkki (*map symbol*)
Symboli, kuten piirros tai kirjain, joka kuvaa kartassa tiettyä kohdetta, ominaisuutta tai ilmiötä. Käytetyt karttamerkit täytyy selittää, jotta karttaa voidaan tulkita oikein. 11

karttaprojektio (*map projection*)
Menetelmä, jolla maapallon kolmiulotteinen pinta kuvataan kaksiulotteiselle tasolle eli kartalle. Projisointi voi tapahtua joko suoraan pallopinnalta tasolle tai esimerkiksi lieriön tai kartion pinnalle, joka kuvaamisen jälkeen levitetään tasoksi. 12

kasautuminen (*deposition, accumulation*)
Tapahtuma, jossa maa-ainesta kasautuu eroosiovoimien, kuten virtaavan veden, liikkuvan jään, tuulen ja painovoiman vaikutuksesta. Ennen kasausta eroosiovoimat ovat kuluttaneet maanpintaa ja kuljettaneet rapautuneet maa-ainekset pois lähtöalueeltaan. 119

kastepiste, kastepistelämpötila (*dew point*)
Lämpötila, jossa vesihöyry alkaa tiivistyä ilman viilentyessä. 53

kasvihuoneilmiö (*greenhouse effect*)
Ilmakehän lämpötilaa nostava ilmiö, joka johtuu siitä, että Auringosta tuleva lyhytaaltoinen lämpösäteily pääsee ilmakehän läpi maanpinnalle, mutta Maan lähettämä pitkäaaltoinen lämpösäteily imeytyy pääosin ilmakehän kaasuihin. Kasvihuoneilmiö on välttämätön elämälle maapallolla. 74

kasvihuoneilmiön voimistuminen (*enhanced greenhouse effect*)
Tapahtuma, jossa kasvihuonekaasujen lisääntymisen vuoksi yhä enemmän Maan lähettämästä pitkäaaltoisesta lämpösäteilystä jää ilmakehään. 79

kasvihuonekaasut (*greenhouse gases*)
Troposfäärissä olevat ilmakehän kaasut, jotka toimivat kasvihuoneen katon tavoin. Ne päästävät lävitseen Auringon lyhytaaltoisen lämpösäteilyn, mutta eivät läpäise kaikkea maanpinnalta tulevaa pitkäaaltoista lämpösäteilyä. Kasvihuonekaasuja ovat vesihöyry, hiilidioksidi, metaani, otsoni, hiilivedyt ja typen oksidit. 38, 75

kasvillisuusalue (*vegetation region*)
Laaja alue, joka on rajattu luonnontilaisen kasvillisuustyyppinsä perusteella. Usein käytetään myös nimitystä kasvillisuusvyöhyke. 88

Kauriin kääntöpiiri (*tropic of Capricorn*)
Leveyspiiri 23,5° S, jonne Auringon säteily tulee kohtisuoraan talvipäivänseisauksena. 23

keidassuo (*ombrotrophic raised bog*)
Suoyhdistymätyyppi, jonka keskiosa on ympäristöönsä verrattuna koholla. Puusto on suoalueen keskiosassa mäntyä ja laidoilla kuusta. 133

kemiallinen rapautuminen (*chemical weathering*)
Rapautuminen, jossa kivi tai mineraali hajoaa kemiallisesti ja samalla sen kemiallinen koostumus muuttuu. 118

kerrostulivuori (*stratovolcano*)
Jyrkkärinteinen tulivuori, jossa on jähmettyneen laavan ja tefran eli vulkaanisen tuhkan muodostamia kerroksia. 108

kerrostuneet kivet, sedimenttikivet
(*sedimentary rocks*)
Kivilajiryhmä, johon kuuluvat kivet ovat syntyneet irtaimien maalajikerrostumien eli sedimenttien kovettuessa kiviksi kovassa paineessa. 113

keskileveydet
(*middle latitudes*)
Kääntöpiirin ja napapiirin väliin jäävät valaistusvyöhykkeet, joille Auringon säteilyä tulee ympäri vuoden, mutta ei koskaan kohtisuoraan ylhäältä päin. 25

kesäpäivänseisaus (*June solstice*)
Se hetki kesäkuussa, jolloin Auringon säteily tulee kohtisuoraan Kravun kääntöpiirille. Kesäpäivänseisauksena valoisa aika on pisimmillään pohjoisella pallonpuoliskolla ja lyhimmillään eteläisellä pallonpuoliskolla. Kesäpäivänseisaus voi osua kesäkuun 20., 21. tai 22. päivälle. 23

kevätpäiväntasaus
(*March equinox*)
Se hetki maaliskuussa, jolloin Auringon säteily tulee kohtisuoraan päiväntasaajalle. Tasauspäivänä valoisan ajan pituus on 12 tuntia kaikkialla maapallolla. Kevätpäiväntasaus voi osua maaliskuun 19., 20. tai 21. päivälle. 23

kilpitulivuori (*shield volcano*)
Loivarinteinen tulivuori, josta purkautuu helposti virtaavaa basalttista laavaa. 108

kiteiset kivet ks. jähmettyneet kivet 113

kiteytyminen (*crystallization*)
Tapahtuma, jossa sulan kiven mineraalit jähmettyessään järjestyvät kiteiksi. Kullakin mineraalilla on oma kidemuotonsa, joka riippuu mineraalin kemiallisesta rakenteesta. 112

kivennäismaa (*mineral soil*)
Irtain maa-aines, joka on peräsin kallioperästä. 85

kivennäismaalaji
(*mineral soil type*)
Maalaji, jonka aines on peräisin kallioperästä, esimerkiksi sora, hiekka, savi ja moreeni. 85

kivikehä ks. litosfääri 97

kivilaji (*rock type*)
Kiviaines, joka on muodostunut kahdesta tai useammasta mineraalista. Kivilajit luokitellaan ryhmiin syntytapansa perusteella, esimerkiksi jähmettyneet kivet. 113

kiviplaneetta (*terrestrial planet*)
Planeetta, joka koostuu suurimmaksi erilaisista mineraaleista. Oman Aurinkokuntamme kiviplaneettoja ovat Merkurius, Venus, Maa ja Mars. 18

kivivyöry (*rockfall*)
Nopea massaliikunto, jossa rinteestä irti rapautuneet kivet putoavat tai vierivät rinnettä alaspäin painovoiman vaikutuksesta. 119

komeetta, pyrstötähti (*comet*)
Taivaankappale, joka kiertää Aurinkoa hyvin soikealla radalla. Komeetan ydin koostuu pääosin jäästä, pienistä kivistä ja kivipölystä. Aurinkokunnan sisäosissa Auringon lämpö sulattaa osan komeetan jäisestä ytimestä, jolloin siitä irtautuu ainesta, jonka aurinkotuuli levittää pitkäksi Auringon valoa heijastavaksi pyrstöksi. 19

konvektiosade (*convection rain*)
Maanpinnan lämpenemisestä aiheutuva sade, joka syntyy, kun lämmennyt ilma kohoaa ylemmäs, jolloin se viilenee ja vesihöyryn tiivistyminen alkaa. 55

konvektiovirtaus (*convection*)
Nesteessä tai kaasussa tapahtuva virtaus, jossa lämpenemisen vuoksi harventunut aine kohoaa nosteen vaikutuksessa ylöspäin. Konvektiovirtauksia esiintyy esimerkiksi ilmakehässä, merissä, maapallon vaipassa ja Auringon konvektiovyöhykkeessä. 102

konvektiovyöhyke
(*convective zone*)
Auringon pinnan alla oleva paksu vyöhyke, jonka läpi Auringon energia siirtyy konvektiovirtausten mukana. 20

koordinaatisto
(*coordinate reference system*)
Asteikolla varustettu ruudukko, jota käytetään esimerkiksi sijainnin määrittämiseen. 11

korkeapaine (*high pressure*)
Ilmanpaine, joka vallitsee, kun ilma on tiheää. Korkeapaine muodostuu, kun ilma pakkautuu jollekin alueelle. Esimerkiksi napa-alueille laskeutuva kylmä ilma saa aikaan korkeapaineen. 39

korona (*corona*)
Auringon uloin kaasukehä, jonka lämpötila on noin miljoona astetta. Aurinkotuuli lähtee koronasta. 20

kouru (*glacial groove*)
Kookas uurre kalliossa. Kouru on syntynyt jäätikön edetessä ja kuluttaessa kallioperää. 124

Kravun kääntöpiiri
(*tropic of Cancer*)
Leveyspiiri 23,5° N, jonne Auringon säteily tulee kohtisuoraan kesäpäivänseisauksena. 23

kromosfääri
(*chromosphere*)
Kaasukerros Auringon fotosfäärin ulkopuolella. Kromosfääri näkyy punasävyisenä renkaana täydellisen auringonpimennyksen aikana. 20

Kuiperin vyöhyke
(*Kuiper belt*)
Neptunuksen radan ulkopuolella sijaitseva vyöhyke, jolla on harvakseltaan asteroideja ja komeettoja sekä niitä isompia kappaleita, mm. Pluto. 19

kuivanmaandelta, sanduri
(*sandur*)
Suisto, joka on muodostunut virtaavan veden kuljettamista ja kasaamista maa-aineksista kuivalle maalle, ei siis mereen tai järveen. 125

kuljetus (*transportation*)
Tapahtuma, jossa eroosion kuluttama maa-aines kulkeutuu lähtöalueeltaan muualle esimerkiksi virtaavan veden, liikkuvan jään tai tuulen mukana. 119

kulttuurimaantiede
(*human geography*)
Maantieteen ala, jossa tutkitaan ihmisen toimintaa ja sen alueellisia piirteitä maapallolla. 7

kulttuurimaisema
(*cultural landscape*)
Maisema, jossa ihmisen toiminnan jäljet, kuten viljelysmaat, asuin-, teollisuus-, toimisto- ja liikerakennukset sekä liikenneväylät, ovat hallitsevia. 130

kulttuuriset maisematekijät
(*cultural factors of landscape*)
Maisemaan vaikuttavat ihmisen toimintaan liittyvät tekijät, esimerkiksi rakennukset, tiestö ja pellot. 134

kulutus (*erosion*)
Tapahtuma, jossa maankamara kuluu eroosiovoimien kuten virtaavan veden, liikkuvan jään, tuulen ja painovoiman vaikutuksesta. 119

kumpuaminen (*upwelling*)
Veden pystyvirtaus meren tai järven pohjalta kohti pintaa. 61

kuori (*crust*)
Maapallon uloin kerros, joka koostuu kiinteässä olomuodossa olevista kivilajeista. 97

Kuu (*Moon*)
Maata kiertävä taivaankappale, Maan kuu. 19

kuu (*moon*)
Taivaankappale, joka kiertää planeettaa. 19

kuuma lähde (*hot spring*)
Lähde, jossa on lähellä maanpintaa sijaitsevan magman kuumentamaa pohjavettä. 110

kuuma piste (*hotspot*)
Kohta, jossa Maan vaipasta kohoaa kuumaa magmaa ylös astenosfäärin ja edelleen litosfäärin läpi maanpinnalle tai merenpohjalle. Kuuman pisteen kohdalle muodostuu tulivuoria. 110

kyllästyskosteus
(*saturation humidity*)
Se vesihöyryn määrä, jonka ilma pystyy enimmillään sisältämään tietyssä lämpötilassa. 52

kylmä laskutuuli
(*drainage wind*)
Paikallistuuli, joka syntyy, kun maanpinta ylängöllä jäähtyy voimakkaan ulossäteilyn vuoksi. Jäähtynyt ilma laskeutuu painavana laaksoon. Kylmä laskutuuli voi kestää useita päiviä. Kylmiä laskutuulia ovat esimerkiksi mistraali, bora ja pampero. 45

kylmä merivirta
(*cold ocean current*)
Merivirta, jossa virtaa vettä napa-alueilta päin kohti päiväntasaajaa. 60

kylmä rintama (*cold front*)
Ilmamassojen rajakohta, jossa kylmä ilma työntyy lämpimän ilman alueelle ja pakottaa lämpimän ilman kohoamaan ylöspäin. 66

kylmä vyöhyke
(*polar temperature zone*)
Lämpövyöhyke, jossa kaikkien kuukausien keskilämpötila on alle +10 °C. 70

kääntöpiiri (*tropic*)
Leveyspiiri 23,5° N tai S, jonne Auringon säteily tulee kohtisuoraan yhtenä päivänä vuodessa. 25

kääpiöplaneetta
(*dwarf planet*)
Pallomainen taivaankappale, joka kiertää Aurinkoa. Kääpiöplaneetta eroaa planeetasta siinä, että sen kiertoradan läheisyydessä kiertää muita lähes yhtä suuria taivaankappaleita. Kääpiöplaneettoja ovat esimerkiksi Pluto ja Ceres, joka kiertää Aurinkoa asteroidivyöhykkeellä. 19

Köppenin ilmastoluokittelu
(*Köppen's climatic classification*)
Ilmastoluokittelu, jossa ilmastot on jaettu alueiden lämpötilojen ja sademäärien sekä kasvillisuuden perusteella kuuteen pääluokkaan, jotka jakautuvat vielä alatyyppeihin. 71

laaksojäätikkö (*valley glacier*)
Jäätikkö, joka virtaa hitaasti laaksoa pitkin alaspäin. 124

laaksotuuli (*valley wind*)
Vuoristoalueen paikallistuuli, joka syntyy, kun Aurinko lämmittää vuoristossa rinteen yläosaa ja aiheuttaa sinne matalapaineen. Tuuli puhaltaa silloin vuoren rinnettä ylöspäin. 44

L-aallot (*L-waves*)
ks. pinta-aallot 108

laattatektoniikkateoria
(*plate tectonics*)
Teoria, jonka mukaan maapallon litosfääri koostuu erillisistä laatoista, jotka liikkuvat hitaasti toisiinsa nähden. 101

laava (*lava*)
Sula kiviaines, joka purkautuu maan pinnalle tai merenpohjalle. 103

laskuvesi ks. luode 30

lateriitti (*laterite*)
Tiilen kaltainen kova maalaji, joka muodostuu trooppisilla alueilla pitkälle rapautuneen maaperän kuivuessa. 86

latosoli (*latosol*)
Sademetsäalueille tyypillinen punertava maannos, jossa ravinteita on vain ohuessa kerroksessa lähellä maan pintaa. 86

lauhkea vyöhyke
(*temperate temperature zone*)
Lämpövyöhyke, jossa lämpimimmän kuukauden keskilämpötila on yli +10 °C ja kylmimmän kuukauden keskilämpötila on alle +10 °C. 70

leveyspiirit (*parallels, latitudes*)
Päiväntasaajan suuntaisia ympyröitä, joita käytetään maantieteellisen sijainnin määrittämisessä. Leveyspiirit ilmoitetaan leveysasteina 0–90. Niiden mittaaminen aloitetaan päiväntasaajalta, joka jakaa maapallon pohjoiseen ja eteläiseen pallonpuoliskoon. 11

liikkuva matalapaine, sykloni
(*polar cyclone, wave cyclone*)
Matalan ilmanpaineen alue, joka syntyy kevyen ja lämpimän ilman noustessa kylmän ja painavan ilman päälle. Matalapaine liikkuu vallitsevien planetaaristen tuulten, pohjoisella pallonpuoliskolla länsi- ja lounaistuulten, mukana. 66

Linnunrata (*Milky Way*)
Kierteis- eli spiraaligalaksi, johon kuuluu 500 miljardia tähteä, joista yksi on oma Aurinkomme. 17

litosfääri, kivikehä (*litosphere*)
Maapallon kerros, joka koostuu maapallon kuoresta ja vaipan uloimmasta osasta. Litosfääri on jakautunut noin 20 litosfäärilaattaan. Litosfääri kelluu vaippaan kuuluvan astenosfäärin päällä. 97

litosfäärilaatta
(*litospheric plate, tectonic plate*)
Maapallon litosfäärin osa, joka liikkuu hitaasti toisiin litosfäärilaattoihin nähden. Litosfäärilaattoja on noin 20 ja ne kelluvat maapallon vaippaan kuuluvan astenosfäärin päällä. 101

lohkoliikunnot
(*fault movements*)
Maankuoren lohkojen pystysuorat liikkeet. Lohkoliikuntojen tuloksena syntyy horsteja ja vajoamalaaksoja. 107

lohkovuoristo (*block mountains, fault mountains*)
Vuoristo, joka koostuu kohonneista maankuoren lohkoista eli horsteista. Lohkovuoristoja ovat esimerkiksi Schwarzwald ja Vogeesit. 107

lumivyöry (*avalanche*)
Lumen vyöryminen tai liukuminen yhtäkkiä rinteiltä alas kohti laaksoa. 119

luode, laskuvesi (*low tide*)
Merenpinnan lasku, joka tapahtuu Kuun ja Auringon vetovoimien vaikutuksesta. 30

luonnonmaantiede
(*physical geography*)
Maantieteen ala, jossa tutkitaan luonnonilmiöitä ja niiden esiintymistä maapallolla. 7

luonnonmaisema
(*natural landscape*)
Maisema, jota hallitsevat luonnon elementit, kuten pinnanmuodot, vesistöt ja kasvillisuus. 130

lustosavi (*varved clay*)
Kerroksellinen savi, josta voidaan laskea vuosien kuluminen samaan tapaan kuin puunlustoista. Lustosavi syntyy, kun jäätikkö sulaa ja sen edustalla olevaan jääjärveen virtaa veden mukana vuorotellen savea ja silttiä vuodenaikojen mukaisesti. 125

lyhytaaltoinen lämpösäteily (*shortwave radiation*)
Sähkömagneettinen säteily, jonka aallonpituus on 0,3–3 µm. Kuuma kappale, kuten Aurinko lähettää lyhytaaltoista lämpösäteilyä. 38

lämmin laskutuuli, föhnilmiö (*Föhn effect, foehn effect*)
Paikallistuuli, joka muodostuu, kun kostea ilma kuivuu ylittäessään vuoristoa. Tämä kuivunut ilma lämpenee voimakkaasti laskeutuessaan vuoren suojanpuoleista rinnettä alas. Lämpimiä laskutuulia ovat esimerkiksi Alpeilla esiintyvä föhn ja Kalliovuorilla esiintyvä chinook. 44

lämmin merivirta (*warm ocean current*)
Merivirta, jossa virtaa vettä päiväntasaajalta päin kohti napa-alueita. 60

lämmin rintama (*warm front*)
Ilmamassojen rajakohta, jossa lämmin ilma kohoaa hitaasti kylmän ilmamassan päälle. 66

lämpimän ilman kieleke (*warm air sector*)
Lämpimän ilmamassan osa, joka sijaitsee kylmän ja lämpimän rintaman välissä. 66

lämpökausi (*warm period*)
Ajanjakso, jolloin maapallolla ei ole ollut ollenkaan pysyviä jäätiköitä. 78

lämpörapautuminen (*insolation weathering*)
Rapautuminen, jossa suuret lämpötilan vaihtelut saavat kiven hajoamaan, esimerkiksi silloin, kun kiven eri osissa tapahtuu erisuuruista lämpölaajenemista. 117

lämpövyöhyke (*temperature zone*)
Alue, jossa kuukauden keskilämpötila vaihtelee tietyissä rajoissa. 70

länsituulet (*westerlies*)
Planetaariset tuulet, jotka puhaltavat hepoasteiden korkeapainealueilta navoille päin. Coriolisilmiö kääntää tuulet aluksi pohjoisella pallonpuoliskolla lounaistuuliksi ja eteläisellä pallonpuoliskolla luoteistuuliksi, mutta lähempänä napa-alueita ne puhaltavat molemmilla pallonpuoliskoilla lännestä. 41

lössi, pölymaa (*loess*)
Raekooltaan hiekkaa hienompaa maata, jonka tuuli on kasannut. 126

maailmankaikkeus (*universe*)
Avaruuden ja siinä olevan materian ja energian muodostama kokonaisuus. 17

maalaji (*soil type*)
Maaperässä oleva irtain aines, jolla on oma muista maalajeista erottuva koostumuksensa. Maalajeja voidaan määritellä esimerkiksi raekokonsa tai sisältämänsä eloperäisen aineksen perusteella. 85

maanjäristys (*earthquake*)
Maanpinnan tärähtely, joka johtuu maapallon kuoren äkillisistä liikkeistä. 107

maankamara (*ground*)
Maan pintakerros, joka koostuu kallioperästä ja maaperästä. 84

maankohoaminen (*post-glacial rebound, land uplift*)
Litosfäärilaatan tietyn osan kohoaminen jääkauden jälkeen, kun sen päältä on poistunut paksun mannerjään aiheuttama paino. Maankohoaminen johtuu isostasiasta. 97

maannos (*soil*)
Maaperän kerroksellinen pintaosa, jota ilmasto, kasvillisuus ja eläimet ovat muokanneet. 85

maantiede, geografia (*geography*)
Tiede, joka tutkii luontoa ja ihmisten toimintaa sekä niiden välistä vuorovaikutusta. Perinteisesti maantiede jaetaan aluemaantieteeseen ja yleismaantieteeseen. 6

maantieteellinen koordinaatisto, asteverkko (*geographic coordinate reference system, grid*)
Koordinaattijärjestelmä, jossa sijainti ilmoitetaan maapallon pinnalla leveys- ja pituusasteiden avulla. 11

maanvieremä (*landslide*)
Tapahtuma rinteessä, jossa maata vierähtää tai liukuu nopeasti alaspäin jättäen lähtöalueelle kuopan ja muodostaen rinteen juurelle maakasan. 119

maaperä (*soil*)
Maan pintakerros, joka koostu irtaimesta maa-aineksesta. 84

maaperän vesi, maavesi (*soil water*)
Maaperässä oleva vesi, joka ei ole pohjavettä. Se ei täytä maaperän huokosia kokonaan kuten pohjavesi. 50

maastokartta (*topographic map*)
Suurimittakaavainen kartta, joka kuvaa maastoa. Siinä näkyvät asutus, talot, tiet, pellot, vedet, hakkuuaukeat, kasvillisuus, avokalliot ja korkeussuhteet. 12

maatuuli (*land breeze*)
Paikallistuuli, joka puhaltaa rannikolla yöllä maalta merelle. Maatuuli on usein heikko. 43

magma (*magma*)
Maan sisällä oleva sula kiviaines. 102

magmakivet
ks. jähmettyneet kivet 113

magneettikenttä (*magnetic field*)
Esimerkiksi Maan ympärillä oleva magneettikenttä, jonka saavat aikaan ytimessä tapahtuvat sulan raudan ja nikkelin virtaukset. Magneettikenttä suojaa Maata avaruudesta tulevilta varatuilta hiukkasilta, kuten elektroneilta ja protoneilta. 35, 99

magneettinen napa (*magnetic pole*)
Maapallon pinnalla oleva piste, jota kohti maapallon magneettikentän viivat osoittavat. Kompassin neula osoittaa kohti maapallon magneettista napaa. 99

magnetosfääri *(magnetosphere)*
Maapallon magneettikentän muodostama kehä maapallon ympärillä. 35

magnetopaussi *(magnetopause)*
Maapallon magneettikentän uloin raja. 35

maisema (*landscape*)
Ympäristö, joka havaitaan aistien avulla. Usein maisemalla tarkoitetaan yläviistosta tarkasteltua näkymää laajalle alueelle. Tämän lisäksi puhutaan myös esimerkiksi äänimaisemista, hajumaisemista ja mielenmaisemista. 130

maiseman tulkinta (*landscape interpretation*)
Tapahtuma, jossa selvitetään maiseman aikaansaaneita tekijöitä ja maiseman muuttumista. 130

makea vesi (*fresh water*)
Suolaton vesi. Makeaa vettä ovat esimerkiksi sadevesi, pohjavesi, järvivesi ja jäätiköihin sitoutunut vesi. 50

makkarajärvi, juolua (*ox-bow lake*)
Kaarenmuotoinen järvi tai lampi, joka on kuroutunut irti mutkittelevasta joenuomasta. 121

mannerjalusta (*continental shelf*)
Alle 200 metrin syvyinen merialue mantereen ympärillä. Mannerjalusta kuuluu mantereiseen laattaan. 59

mannerjäätikkö (*continental ice sheet, continental glacier*)
Laajoja manneralueita peittävä jäätikkö, nykyisin vain Etelämantereella ja Grönlannissa. 124

mannerrinne (*continental slope*)
Merenpohjan osa, joka erottaa syvänmeren alueet mannerjalustasta. 59

mantereinen ilmasto, manner-ilmasto (*continental climate*)
Kuiva ilmastotyyppi, joka esiintyy lauhkean ja kylmän lämpövyöhykkeen manneralueilla. Kesä- ja talvilämpötilat eroavat paljon toisistaan. 71

mantereinen kuori (*continental crust*)
Maapallon kuori mantereiden kohdalla. Mantereinen kuori koostuu suhteellisen kevyistä kivilajeista. 97

massaliikunto (*mass movement*)
Tapahtuma, jossa maa- tai lumimassat siirtyvät painovoiman vaikutuksesta rinnettä alaspäin. 119

matalapaine (*low pressure*)
Ilmanpaine, joka vallitsee, kun ilma on harvaa. Maanpinnalle muodostuu matalapaine esimerkiksi silloin, kun Aurinko lämmittää maanpintaa ja lämmennyt ilma kohoaa ylöspäin. 39

meanderi (*meander*)
Joenmutka, joka syntyy, kun nopeasti virtaava vesi kuluttaa joen ulkokaarretta ja hidas virtaus kasaa maa-ainesta joen sisäkaarteeseen. 121

mekaaninen rapautuminen (*mechanical weathering*)
ks. fysikaalinen rapautuminen 117

mereinen ilmasto, meri-ilmasto (*marine climate*)
Kostea ilmastotyyppi, joka esiintyy lauhkean ja kylmän lämpövyöhykkeen rannikkoalueilla. Talven ja kesän lämpötilaerot eivät ole kovin suuria. 71

mereinen kuori (*oceanic crust*)
Maapallon kuori merien alla. Mereinen kuori koostuu raskaista kivilajeista. 97

merituuli (*sea breeze*)
Paikallistuuli, joka puhaltaa rannikolla mereltä maalle. Merituuli syntyy päivällä, kun Aurinko lämmittää maanpintaa ja maalle muodostuu matalapaine. 43

merivirta (*ocean current*)
Meren pintaosien vaakasuora ja suhteellisen pysyvä virtaus, jonka planetaariset tuulet aiheuttavat. Merivirran syvyys on yleensä noin 100 metriä ja leveys voi olla satoja kilometrejä. 60

mesopaussi (*mesopause*)
Mesosfäärin ja termosfäärin rajakohta ilmakehässä noin 90 km korkeudella. 36

mesosfääri (*mesosphere*)
Ilmakehän kerros noin 50–90 km korkeudella. Mesosfäärissä ilmakehän aine on hyvin harvaa ja lämpötila on pakkasen puolella. 36

metamorfiset kivet
ks. muuttuneet kivet 113

meteori (*meteor*)
Valoilmiö, joka syntyy kun meteoroidi tulee Maan ilmakehään, kuumenee kitkan vaikutuksesta ja alkaa hehkua. Yleensä tämä valoilmiö kestää vain sekunnin murto-osan. 19

meteoriitti (*meteorite*)
Meteoroidi, joka putoaa maan pinnalle. 19

meteoroidi (*meteoroid*)
Pieni taivaankappale, joka liikkuu planeettojen välisessä avaruudessa. Meteoroidi on pienempi kuin asteroidi. Asteroidin ja meteoroidien välinen kokoraja on liukuva. 19

meteorologia (*meteorology*)
Tieteenala, joka tutkii ilmakehää ja sääilmiöitä. Säätieteilijä on meteorologi. 39

mineraali (*mineral*)
Epäorgaaninen aine tai yhdiste, joka esiintyy luonnossa ja jolla on tyypillinen kiderakenteensa. Kivet koostuvat mineraaleista. Esimerkiksi graniitin mineraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet. 112

mittakaava (*scale*)
Suhdeluku tai jana, joka kertoo kartalla esitetyn ja sitä vastaavan todellisen kohteen mittojen välisen suhteen. Mittakaava esitetään janamittakaavana tai numeroilla suhdemittakaavana. 11

monsuunimetsä (*monsoon forest*)
Kasvillisuusalue, jolle on tyypillistä sadekauden ja kuivakauden vaihtelu. Suurin osa monsuunimetsien puista pudottaa lehtensä kuivaksi kaudeksi. Monsuunimetsiä on lähinnä Etelä- ja Kaakkois-Aasiassa. 90

monsuunituulet (*monsoon winds*)
Alueelliset vuodenaikaistuulet, joita esiintyy Kaakkois-Aasiassa, Afrikassa Guineanlahden rannikolla sekä Meksikonlahden ympäristössä ja Australian pohjoisosissa. Ne johtuvat maan ja meren erilaisesta lämpenemisestä. Talvella esiintyy yleensä kuiva mantereelta puhaltava talvimonsuuni ja kesällä sateita mereltä tuova kesämonsuuni. 43

moreeni (*moraine, till*)
Maalaji, joka on syntynyt jäätikön murskatessa kallioperän pintaa. Moreeni sisältää sekaisin kaikenlaisia raekokoja hienosta kivipölystä isoihin teräväsärmäisiin lohkareisiin. 124

musta kääpiö (*black dwarf*)
Auringon kokoisten tähtien kehitysvaihe, joka seuraa, kun valkoinen kääpiö vähitellen jäähtyy niin paljon, että se ei enää säteile näkyvää valoa. 21

mustamultamaannos, tsernosemi (*chernozem*)
Aroalueille tyypillinen maannos, jossa on paksu kerros multaa. Aroalueilla haihtuminen on voimakasta ja siksi suoloja voi nousta runsaastikin maannoksen pintaosiin. 86

mutavyöry (*mudflow*)
Rinteessä tapahtuva nopea massaliikunto, joka johtuu esimerkiksi rankkasateiden aiheuttamasta maan vettymisestä ja vettyneen maan vyörymisestä alaspäin. 119

muuttuneet kivet, metamorfiset kivet (*metamorfic rocks*)
Kivilajiryhmä, johon kuuluvat kivet ovat syntyneet muista kivistä kovassa paineessa ja kuumuudessa. 113

myrskytuuli (*storm wind*)
Voimakas tuuli, jonka nopeus on yli 21 m/s. 45

nahkealehtinen kasvillisuus (*sclerophyll vegetation, Mediterranean vegetation*)
Kasvillisuustyyppi, jota esiintyy lähinnä talvisateiden alueilla. Kasvien vahapintaiset lehdet haihduttavat vähän ja siten ne selviytyvät kuuman ja kuivan kesän yli. 91

napapiiri (*arctic circle, antarctic circle*)
Leveyspiiri 66,5° N tai S, jonka kohdalla on yksi yötön yö ja yksi kaamospäivä. 25

navigaattori (*navigator*)
Paikantamiseen eli sijainnin määrittämiseen käytettävä laite, joka toimii satelliittipaikannusjärjestelmän ja sähköisten karttojen avulla. Sitä käytetään esimerkiksi silloin, kun halutaan löytää reitti jonnekin pelkän osoitteen avulla. 12

nousuvesi ks. vuoksi 30

okluusiorintama (*occluded front*)
Ilmamassojen rajakohta, joka syntyy, kun kylmä rintama saavuttaa lämpimän rintaman ja lämmin ilma niiden välistä on noussut kokonaan kylmän ilmamassan päälle. 66

ominaisuustieto (*attribute data*)
Tieto, joka kertoo, mikä tai millainen kuvattava kohde on. Ominaisuustiedon käsitettä käytetään paikkatietojen yhteydessä. 11

onsilo (*cirque*)
Pyöreähkö kuoppa vuorenrinteessä. Onsilot ovat jäätikön kuluttamia ja niitä voi pitää laaksojäätiköiden ”lähtökuoppina”. 124

orgaaninen maalaji
ks. eloperäinen maalaji 85

organogeeninen rapautuminen
(*organic weathering*)
Eliöiden aiheuttama rapautuminen, joka voi olla sekä kemiallista että mekaanista rapautumista. 118

orografinen sade (*orographic rain*)
Sade, joka syntyy, kun vesihöyry alkaa tiivistyä ilman kohotessa jonkin maastossa olevan esteen, esimerkiksi vuoren, takia. 55

orsivesi (*perched aquifer*)
Pohjavesi, joka sijaitsee varsinaisen pohjavesiesiintymän yläpuolella. Se on muodostunut huonosti vettä läpäisevän maakerroksen päälle. 51

otsoni (*ozone*)
Happimolekyyli, O_3, joka koostuu kolmesta happiatomista. Otsonia syntyy esimerkiksi Auringon säteilyn vaikutuksesta ilmakehän stratosfäärissä. 38

otsonikerros (*ozone layer*)
Runsaan otsonin esiintymä stratosfäärissä noin 15–25 km korkeudessa. Otsonikerrokseen imeytyy suurin osa Auringosta tulevasta ultravioletisäteilystä. 37

P-aallot, primaariaallot
(*P-waves, primary waves*)
Pitkittäiset maanjäristysallot, jotka etenevät sekä kiinteässä että nestemäisessä aineessa. 98, 107

paikallistuulet (*local winds*)
Tuulet, jotka ovat pienialaisia ja usein lyhytaikaisia. Rannikoilla esiintyvät maa- ja merituulet sekä vuoristoissa esiintyvät laakso- ja vuorituulet ovat paikallistuulia. Aavikoilla esiintyviä paikallistuulia ovat esimerkiksi harmattan ja sirocco. 43

paikkatieto (*geographic information, geospatial information, geoinformation*)
Tietoa kohteesta, jonka sijainti Maan pinnalla tunnetaan. Paikkatieto on yhdistelmä sijaintitiedosta ja ominaisuustiedosta. 11

paikkatietojärjestelmä, GIS
(*geographic information system*)
Järjestelmä, jonka avulla voidaan tuottaa, tallentaa, hallita, analysoida ja esittää paikkatietoa. Se koostuu laitteistoista, ohjelmistoista, paikkatietoaineistoista ja käyttäjistä. 11

pakkasrapautuminen
(*frost shattering, ice wedging*)
Mekaaninen rapautuminen, jonka saa aikaan kivien raoissa olevan veden jäätyminen ja siitä seuraava laajeneminen. Pakkasrapautumista tapahtuu seuduilla, joilla lämpötila vaihtelee 0-asteen molemmin puolin. 117

palsasuo (*palsa bog*)
Suoyhdistymätyyppi, jolle ovat ominaisia jäiset turvekummut eli palsat. Palsasoita esiintyy tundra-alueilla. 133

pampa (*pampa*)
Aro Etelä-Amerikassa. 92

Pangea, Pangaia
(*Pangea, Pangaea*)
Muinainen jättiläismanner 250–200 miljoonaa vuotta sitten, jolloin maapallon mantereet olivat kaikki kiinni toisissaan. 100

pasaatituulet (*trade winds*)
Planetaariset tuulet, jotka puhaltavat hepoasteiden korkeapainealueilta päiväntasaajan matalapaineen alueelle. Pohjoisella pallonpuoliskolla puhaltaa koillispasaati ja eteläisellä kaakkoispasaati. 41

pienimittakaavainen (*small scale*)
Kartta, jossa alue kuvataan pienessä koossa. Pienimittakaavaisessa kartassa voidaan kuvata suuri alue yleispiirteisesti. Esimerkiksi kartta, jossa mittakaava on 1:1 000 000, on pienimittakaavainen. 12

piilovesi
(*hidden water, virtual water*)
Kokonaisvesimäärä, joka kuluu tuotteen kasvatuksen, tuotannon ja jalostuksen aikana. Piiloveden määrä riippuu itse tuotteen lisäksi tuotantoalueen maantieteellisistä olosuhteista sekä tuotantotekniikoista. 62

pinta-aallot, L-aallot
(*surface waves*)
Maanjäristysaallot, jotka kulkevat maan pintaa pitkin. Suurin osa maanjäristysten aiheuttamista tuhoista on pinta-aaltojen aiheuttamia. 108

pintakivet (*extrusive igneous rocks*)
Jähmettyneisiin kiviin kuuluvat kivet, jotka ovat jähmettyneet sulasta laavasta nopeasti niin, että mineraalikiteet ovat jääneet pieniksi. Pintakiviin kuuluu esimerkiksi basaltti. 113

pintavalunta
(*surface runoff, overflow*)
Vesi, joka virtaa maan pinnalla, esimerkiksi puroissa ja joissa. 49

pintavesi (*surface water*)
Maanpinnalla oleva vesi, kuten järvet, joet ja purot. 50

pitkäaaltoinen lämpösäteily
(*longwave radiation*)
Sähkömagneettinen säteily, jonka aallonpituus on 3–30 µm. Viileä kappale, kuten maapallo lähettää pitkäaaltoista lämpösäteilyä. 38, 75

pituuspiirit (*meridians, longitudes*)
Puoliympyrän kaaret, jotka kulkevat pohjoisnavalta etelänavalle. Pituuspiirit ilmoitetaan pituusasteina 0–180. Niiden mittaaminen aloitetaan 0-pituuspiiriltä länteen tai itään. 11

planeetta (*planet*)
Pallomainen taivaankappale, joka kiertää aurinkoa omalla radallaan. Omassa Aurinkokunnassamme on kahdeksan planeettaa. 18

planetaariset ilmiöt
(*planetary processes*)
Maapallolla esiintyvät ilmiöt, jotka johtuvat Maan liikkeistä avaruudessa. Planetaarisia ilmiöitä ovat esimerkiksi vuodenaikojen sekä yön ja päivän vaihtelu ja coriolisilmiön aiheuttama liikkeiden suunnan kääntyminen. 22

planetaariset tuulet
(*planetary winds*)
Pysyvät tuulet, jotka puhaltavat pysyviltä korkeapaineen alueilta matalapaineiden alueille. Planetaariset tuulet tasoittavat maapallon lämpötilaeroja. 41

podsoli (*podzol*)
Havumetsävyöhykkeelle tyypillinen maannos, jossa on tuhkanharmaa huuhtoutumiskerros ja sen alla ruskea rikastumiskerros. 85

pohjamoreeni (*ground moraine*)
Jäätikön kuljettama kiviaines, joka on kasautunut maanpinnalle jään sulaessa. 125

pohjavalunta
(*base flow, ground water flow*)
Pohjaveden virtaus. 49

pohjavesi (*groundwater*)
Maa- ja kallioperään valunut vesi, joka täyttää kokonaan siellä olevat huokoset. 50

poimuvuoristo (*fold mountains*)
Vuoristo, joka muodostuu, kun kaksi litosfäärilaattaa törmää toisiinsa. Hitaassa törmäyksessä yleensä merenpohjalle kerrostuneet sedimentit poimuttuvat ja kohoavat korkeaksi vuoristoksi. Poimuvuoristoja ovat esimerkiksi Himalaja ja Andit. 104

polaarialueet (*polar zones*)
Etelä- ja pohjoisnapaa ympäröivät alueet. 42

polaaririntama (*polar front*)
Ilmamassojen kohtauspaikka, jossa napa-alueen kylmä ilmamassa kohtaa hepoasteilta tulevan lämpimän ilmamassan. 42, 66

polje (*polje*)
Jyrkkäreunainen laakso karstialueella. Polje on syntynyt veden kuluttamien luolien romahtaessa. 118

ppm (*parts per million*)
Tilavuuden miljoonasosa. Tilavuuden miljardisosa on ppb (*parts per billion*). 80

preeria (*prairie*)
Aro Pohjois-Amerikassa. 92

primaariaallot ks. P-aallot 98, 107

protuberanssi (*prominence, solar protuberance*)
Hehkuva, kaareva kaasupilvi, joka näkyy Auringon koronassa. 20

punainen jättiläinen (*red giant*)
Auringon kokoisten tähtien kehitysvaihe, jossa tähti kuumenee voimakkaasti ja laajenee halkaisijaltaan jopa satakertaiseksi. 21

puoliaavikko (*semidesert*)
Kasvillisuusalue, jolle on tyypillistä vähäiset sademäärät. Puoliaavikolla kasvillisuus koostuu harvakseltaan kasvavista nahkealehtisistä pensaista. 91

pusta (*puszta*)
Aro Unkarissa. 92

pyroklastinen pilvi (*pyroclastic flow*)
Tulivuoresta tuleva kuuma purkauspilvi. Pyroklastinen pilvi on sekoitus purkauskaasuja, laavapisaroita ja vulkaanista tuhkaa. 109

pyrstötähti ks. komeetta 19

pystyvirtaus (*vertical current*)
Pystysuuntainen veden liike, jonka aiheuttavat esimerkiksi veden tiheys- ja lämpötilaerot. Sekä veden kumpuaminen ylös että vajoaminen alas ovat pystyvirtauksia. 61

päiväntasaajan matala (*equatorial trough, intertropical convergense zone, ITCZ*)
Pysyvä matalapaineen alue tropiikissa. Aurinko paistaa alueelle kohtisuoraan ja lämmittää maanpintaa. Lämmin ilma kohoaa ylöspäin ja syntyy matalapaineen alue. 41

rantatasanne (*shore platform*)
Tasainen ja loivasti veteen päin viettävä ranta, joka on aaltojen kuluttama ja virtaavan veden kasaama. Rantatasanne on usein hiekkaa. 123

rantatörmä (*cliff*)
Jyrkkä ranta, joka on virtaavan veden tai aaltojen kuluttama. 123

rapautuminen (*weathering*)
Kallion, kivien ja mineraalien hajoaminen pienempiin osiin. Se voi olla mekaanista, kemiallista tai eliöiden aiheuttamaa. 117

reunameri (*marginal sea*)
Valtamerten reunalla oleva pienempi merialue, joka on nimetty erikseen, esimerkiksi Pohjanmeri. 58

reunamoreeni (*recessional moraine*)
Moreenikumpare, joka on muodostunut jäätikön reunan perääntymisessä tapahtuneen viivähdyksen takia, ja on siksi jäätikön reunan suuntainen. 125

reunamuodostuma (*ice-marginal formation*)
Mannerjäätikön reunan suuntainen suuri harjanne, joka on muodostunut, kun jäätikön reuna on pysynyt pitkän aikaa paikallaan. Jäätikön reunalle on kasautunut moreenia ja sulamisvesivirtojen lajittelemia maa-aineksia, kuten soraa ja hiekkaa. Salpausselät ovat reunamuodostumia. 125

revontulet (*aurora, polar lights, northern lights*)
Valoilmiö, joka syntyy, kun Auringosta aurinkotuulen mukana tulevat elektronit törmäilevät Maan ilmakehän kaasumolekyyleihin. 21, 36

Richterin asteikko (*Richter scale*)
Asteikko, joka kuvaa maanjäristyksessä vapautuvan energian määrää. 107

riippuva laakso (*hanging valley*)
Pienempi laakso suuren u-laakson rinteessä. Riippuva laakso on syntynyt, kun pienempi laaksojäätikkö on yhdistynyt suurempaan ja jäätiköt ovat myöhemmin sulaneet. 124

rikastumiskerros (*spodic horizon*)
Maannoksen kerros, johon maaperässä liikkuvan veden mukana kulkevia ravinteita kasautuu. 85

rintamasade (*frontal rain*)
Sade, joka syntyy, kun kaksi erilaista ilmamassaa kohtaa ja vesihöyry alkaa tiivistyä, kun lämpimämpi ilma kohoaa ja viilenee. 55

ruhjevyöhyke (*fault line*)
Kallioperässä oleva rotkomuodostuma, joka on syntynyt kallioperän liikkeiden tuloksena. Ruhjevyöhykkeet näkyvät Suomen maisemassa pitkänomaisina järvialtaina. 132

ruskomaamaannos (*brown soil*)
Maannos, joka on tyypillinen lauhkean vyöhykkeen lehtimetsäalueille. Ruskomaamaannoksen pintaosassa on paksu humuspitoinen kerros, joka on syntynyt maahan pudonneiden lehtien maatuessa. 92

ruuhilaakso ks. u-laakso 124

S-aallot, sekundaariaallot (*S-waves, secondary waves*)
Poikittaiset maanjäristysaallot, jotka etenevät vain kiinteässä aineessa. 98, 107

saarikaari (*island arc*)
Tuliperäisten saarten ketju, joka muodostuu kohtaan, jossa mereinen litosfäärilaatta työntyy toisen mereisen laatan alle. Saarikaari muodostuu päällimmäisen laatan reunaan. Esimerkiksi Japaniin kuuluvat saaret ovat syntyneet tällä tavalla. 104

sade (*precipitation*)
Tapahtuma, jossa vesihöyrystä tiivistynyt vesi palaa takaisin maanpinnalle, esimerkiksi vesi-, lumi- tai raesateena. 52

salpavesi (*confined aquifer, artesian groundwater*)
Pohjavesi, joka sijaitsee huonosti vettä läpäisevän maakerroksen alapuolella ja on siksi paineenalaista vettä. 51

sanduri ks. kuivanmaandelta 125

satelliittipaikannusjärjestelmä (*satellite positioning system*)
Satelliittien avulla toimiva paikannusjärjestelmä, joka mahdollistaa tarkan sijainnin määrittämisen, esimerkiksi GPS. 11

savanni (*savanna*)
Kasvillisuusalue, jolle on tyypillistä sadekauden ja kuivakauden vaihte-

lu. Kasvillisuus koostuu suurimmaksi osaksi erilaisista heinistä. Mitä kosteammasta savannista on kyse, sitä enemmän siellä kasvaa yksittäisiä puita ja pensaita. Savannit voidaan jakaa metsä-, puisto- ja ruohosavanneihin. 90

sedimentit (*sediments*)
Irralliset maalajikerrostumat, jotka ovat kerrostuneet merenpohjalle. 113

sedimenttikivet
ks. kerrostuneet kivet 113

seismografi (*seismograph*)
Laite, jolla mitataan maankuoren tärähtelyä. 108

sekundaariaallot ks. S-aallot 98, 107

sienikallio
(*mushroom rock, ventifact*)
Kallio tai kivi, jota tuuli on kuluttanut voimakkaimmin alaosasta. Sienikallioita esiintyy esimerkiksi kuivilla seuduilla, joilla tuuli lennättää hiekkaa ja pikkukiviä. 126

siirros (*fault*)
Maankuoressa oleva murtumakohta tai litosfäärilaattojen rajapinta, jossa maankuoren lohkot tai litosfäärilaatat liikkuvat toisiinsa nähden. 107

siirtolohkare
(*erratic boulder*)
Suuri kivenlohkare, jota jäätikkö on kuljettanut. 125

sijaintitieto (*location data*)
Tieto, joka kertoo, missä jokin kohde sijaitsee. Sijaintitieto ilmaistaan esimerkiksi maantieteellisten koordinaattien tai osoitteen avulla. Sijaintitieto voi olla myös paikan tai alueen nimi. 11

silokallio
(*glacially abraded bedrock*)
Liikkuvan jäätikön sileäksi kuluttama kallio. 124

siroaminen (*scattering*)
Ilmiö, jossa osa Auringosta tulevasta säteilystä törmää ilmakehän molekyyleihin ja hajaantuu eri suuntiin. Taivaan sinisyys johtuu siitä, että sininen valo siroaa enemmän kuin valon muut aallonpituudet. 75

sisäydin (*inner core*)
Maapallon sisin osa, joka koostuu kiinteässä olomuodossa olevasta raudasta ja nikkelistä. Kova paine pitää sisäytimen kiinteässä olomuodossa huolimatta korkeasta lämpötilasta. 98

sivuamissauma
(*transform boundary*)
Litosfäärilaattojen rajakohta, jossa laatat liikkuvat sivuttain toisiinsa nähden. 107

sivumeri (*tributary sea*)
Meri, joka ei ole varsinainen valtameri vaan siihen kuuluva pienempi merialue. Sivumeret luokitellaan edelleen kolmeksi tyypiksi: reunameret, välimeret ja sisämeret. 58

stalagmiitti ks. tippukivi 118

stalaktiitti ks. tippukivi 118

steppi (*steppe*)
Aro Euraasian sisäosissa. 92

stratopaussi (*stratopause*)
Stratosfäärin ja mesosfäärin rajakohta ilmakehässä noin 50 km korkeudella. 36

stratosfääri (*stratosphere*)
Ilmakehän kerros noin 10–50 km korkeudella. Stratosfäärissä on runsaasti otsonia. Auringon säteilyn imeytyminen otsonimolekyyleihin lämmittää ilmakehää, joten stratosfäärissä lämpötila nousee ylöspäin mentäessä. 37

subtrooppinen vyöhyke, subtropiikki
(*subtropical temperature zone*)
Lämpövyöhyke, jossa kylmimmän kuukauden keskilämpötila on yli +10 °C, mutta alle +18 °C. 70

suhteellinen ilmankosteus
(*relative humidity*)
Ilmassa olevan vesihöyryn osuus siitä määrästä vettä, jonka ilma pystyisi sisältämään enimmillään tietyssä lämpötilassa. 52

suihkuvirtaus, jetvirtaus
(*jet stream*)
Voimakas ilmavirtaus troposfäärin yläosassa. Suihkuvirtauksissa ilma virtaa 55–110 m/s. Lentokoneet hyödyntävät näitä itä-länsisuuntaisia virtauksia. 42

suisto (*delta*)
Jokisuuhun kasautunut muodostuma. Suisto syntyy virtaavan veden kuljettamasta maa-aineksesta, joka painuu pohjaan veden virtauksen hidastuessa, kun joki saavuttaa meren. Usein suisto on kolmiomainen, kreikan delta-kirjaimen muotoinen. 121

suodattuminen (*percolation*)
Veden valuminen maaperässä syvemmälle kohti pohjavettä. Kun vesi painuu huokoisten maa-ainesten läpi, se samalla puhdistuu. 49

suolarapautuminen
(*salt weathering*)
Mekaaninen rapautuminen, joka johtuu suolakiteiden kasvamisesta kivien raoissa. Sitä tapahtuu esimerkiksi aavikoilla. 117

supernova (*supernova*)
Massiivisen tähden räjähdys, joka näkyy kirkkaana valoilmiönä. 17

suppa (*kettle hole*)
Kuoppa, joka on syntynyt sedimentteihin peittyneen jäävuoren sulaessa. Suppa on yleensä jyrkkäreunainen ja pyöreähkö. 125

suurimittakaavainen (*large scale*)
Kartta, jossa alue kuvataan suuressa koossa. Suurimittakaavaisessa kartassa näkyy paljon yksityiskohtia. Esimerkiksi kartta, jonka mittakaava on 1:25 000, on suurimittakaavainen. Toisinaan suuri- ja pienimittakaavaisten karttojen raja-arvona pidetään suhdetta 1:50 000. 12

sykloni ks. liikkuva matalapaine 66

syvänmeren virtaus
(*deep water current*)
Merivirtaus, joka tapahtuu syvällä, lähellä merenpohjaa. 61

syväkivet (*intrusive igneous rocks*)
Jähmettyneisiin kiviin kuuluvat kivet, jotka ovat jähmettyneet sulasta magmasta niin hitaasti, että mineraalikiteet ovat ehtineet muodostua suuriksi. Syväkiviin kuuluu esimerkiksi graniitti. 113

syvänmerenhauta (*oceanic trench*)
Merenpohjalla oleva pitkä syvänne, joka muodostuu kohtaan, jossa mereisen litosfäärilaatan reuna painuu toisen laatan alle. Syvänmerenhautoja ovat esimerkiksi Mariaanienhauta ja Perunhauta. 104

syyspäiväntasaus
(*September equinox*)
Se hetki syyskuussa, jolloin Auringon säteily tulee kohtisuoraan päiväntasaajalle. Tasauspäivänä valoisan ajan pituus on 12 tuntia kaikkialla maapallolla. Syyspäiväntasaus voi osua syyskuun 22. tai 23. päivälle. 23

sähköiset kartat (*electronic maps*)
Kartat, joiden sisältämä informaatio on digitaalisessa muodossa ja joiden käyttämiseen tarvitaan erityinen laite, esimerkiksi tietokone. 12

särkkä (*sand bar*)
Joen tai meren pohjassa oleva kumpare, joka on muodostunut virtaavan veden kuljettamasta ja kasaamasta

hiekasta, siltistä tai liejusta. Maa-ainesta saattaa kasautua niin paljon, että kumpare nousee vedenpinnan yläpuolelle. 121

säteilytasapaino
(*global energy balance*)
Tilanne, jossa Auringosta maapallolle tuleva ja täältä lähtevä säteily ovat yhtä suuria pitkällä aikavälillä tarkasteltuna. 76

säteilyvyöhyke (*radiative zone*)
Auringon ydintä ympäröivä vyöhyke, jonka läpi ytimen fuusioreaktiossa vapautuva energia siirtyy säteilynä hitaasti kohti Auringon pintaosia. 20

sää (*weather*)
Lyhytaikainen säätekijöiden tila, joka voi vaihtua nopeastikin. Säätekijöitä ovat ilman lämpötila, ilmanpaine, pilvisyys, sademäärä, ilmankosteus, tuulen voimakkuus ja suunta sekä auringonsäteily. 64

sääennuste (*weather forecast*)
Malli, joka kuvaa ilmakehän tulevaa tilaa. Säätieteilijä eli meteorologi tekee sääennusteen mittausten, säähavaintojen ja tietokoneiden avulla. 65

taifuuni (*typhoon*)
Trooppinen pyörremyrsky, joka esiintyy Tyynenmeren rannikoilla Aasiassa. 45

taiga (*taiga*)
Havumetsä boreaalisella vyöhykkeellä. Taiga tulee venäjän kielestä. 93

talvipäivänseisaus
(*December solstice*)
Se hetki joulukuussa, jolloin Auringon säteily tulee kohtisuoraan Kauriin kääntöpiirille. Talvipäivänseisauksena valoisa aika on pisimmillään eteläisellä pallonpuoliskolla ja lyhimmillään pohjoisella pallonpuoliskolla. Talvipäivänseisaus voi osua joulukuun 21. tai 22. päivälle. 23

teemakartta (*thematic map*)
Kartta, joka havainnollistaa jonkin asian tai ilmiön esiintymistä alueella, esimerkiksi väentiheys- tai kasvillisuuskartta. 12

termosfääri (*thermosphere*)
Ilmakehän kerros noin 90–500 km korkeudella. Termosfääri vaihtuu yläosastaan vähitellen eksosfääriksi. Ilmakehän lämpötila on tässä kerroksessa noin 2 000 °C, mutta aine on erittäin harvaa. 36

tiivistymisydin
(*condensation nucleus*)
Ilmassa leijuva hiukkanen, jonka ympärille vesihöyry tiivistyy ja muodostaa vesipisaran. 53

tippukivi (*stalagtite, stalagmite*)
Kivinen puikko tai pylväs, joita esiintyy karstialueiden luolissa. Alaspäin kapeneva kalkkipuikko eli stalaktiitti syntyy luolan katon läpi valuvasta vedestä saostuvista mineraaleista. Ylöspäin kapeneva tippukivi eli stalagmiitti syntyy, kun mineraalit saostuvat vesipisaroiden roiskahtaessa luolan pohjalle. Kun nämä alaspäin ja ylöspäin kasvavat tippukivet yhdistyvät, muodostuu kalkkipylväs. 118

tornado (*tornado*)
Erittäin voimakas pienialainen pyörremyrsky, joka syntyy pilven ja maa- tai vesialustan välille. Tornadot ovat yleisiä Yhdysvaltojen keskiosissa. 45

trombi (*tornado*)
Pienialainen ja lyhytaikainen pyörteinen myrskytuuli, joka esiintyy Suomessakin yleensä kesällä. 45

trooppinen pyörremyrsky
(*tropical cyclone*)
Hirmumyrsky, jossa tuuli on pyörivää ja erittäin voimakasta laajalla alueella. Trooppinen pyörremyrsky syntyy kostean ja lämpimän ilman kohotessa voimakkaasti ylöspäin. Kun ilmamassa kohotessaan jäähtyy, siinä oleva kosteus tiivistyy pilviksi ja voimakkaiksi sateiksi. 45

trooppinen sademetsä
(*tropical rainforest*)
Trooppisen ilmaston kasvillisuustyyppi, jota hallitsevat yleensä kolme latvuskerrosta muodostavat korkeat, ainavihannat lehtipuut. Sademetsien lajimäärät ovat suurempia kuin muiden kasvillisuusalueiden. 90

trooppinen sykloni
(*tropical cyclone*)
Trooppinen pyörremyrsky, joka esiintyy Intian valtamerellä. 45

trooppinen vyöhyke, tropiikki
(*tropical temperature zone*)
Lämpövyöhyke, jossa kylmimmän kuukauden keskilämpötila on yli +18 °C. 70

tropiikki (valaistusvyöhyke)
(*tropics, tropical zone*)
Valaistusvyöhyke, joka jää kääntöpiirien väliin. Tropiikin alueella Auringon säteily osuu maanpinnalle kohtisuoraan vähintään yhtenä päivänä vuodessa. 25

tropopaussi (*tropopause*)
Troposfäärin ja stratosfäärin rajakohta ilmakehässä noin 10 km korkeudella. 37

troposfääri (*troposphere*)
Ilmakehän alin kerros noin 0–10 km korkeudella merenpinnasta. Sekä lämpötila että ilmanpaine laskevat troposfäärissä ylöspäin mentäessä. 37

tsunami (*tsunami*)
Hyökyaaltojen sarja, joka saa alkunsa merenalaisesta maanjäristyksestä. Tsunamin syynä voi olla myös mereen putoava suuri kappale, kuten meteoriitti, jäävuori tai vuorenjyrkänne. 59, 108

tulivuori (*volcano*)
Kartiomainen vuori, joka muodostuu, kun litosfäärilaatan läpi kohoavaa laavaa purkautuu maanpinnalle ja jähmettyy kiveksi purkausaukon ympärille. 104, 108

tulvatasanko (*flood plain*)
Tasainen jokilaakso, joka on muodostunut toistuvien tulvien kasaamista hienoista maalajeista, kuten savesta ja siltistä. 123

tulvavalli (*levee*)
Joenuoman molemmilla puolilla oleva penger, joka on muodostunut toistuvien tulvien kasaamista maa-aineksista. 123

tulvavuoksi (*spring tide*)
Poikkeuksellisen korkea nousuvesi, joka johtuu siitä, että Kuu, Aurinko ja Maa ovat samalla linjalla. Tällöin Kuun ja Auringon vetovoimien vaikutus summautuu. 31

tundra (*tundra*)
Kasvillisuusalue, jossa lähes ympärivuotinen routa estää puiden kasvun. Tundralle tyypillisiä kasveja ovat erilaiset varpukasvit, heinät ja sammalet. 93

tuuli (*wind*)
Ilmakehän alaosassa tapahtuva ilman liike korkeapaineen alueelta matalapaineen alueelle. 40

tyrsky (*breaking wave*)
Murtuva aallonharja, jossa vesi pärskähtää valkoisena. Tyrskyjä esiintyy aaltojen korkeuden kasvaessa voimakkaassa tuulessa ja aaltojen iskeytyessä matalaan rantaan. 59

Tyynenmeren tulirengas
(*Pacific Ring of Fire*)
Tyynenmeren reunoja pitkin kulkeva kehä, joka koostuu litosfäärilaattojen rajakohdista. Tulirenkaan alueella tapahtuu suuri osa maapallon maanjäristyksistä. Tulirenkaan alueella on myös paljon tulivuoria. 107

tähti, aurinko (*star*)
Iso kaasumainen taivaankappale, jossa tapahtuu fuusioreaktioita. Fuusioreaktioissa vapautuu energiaa, jonka ansiosta tähdet säteilevät ympäristöönsä energiaa esimerkiksi näkyvän valon muodossa. 17

tähtivuorokausi
(*sideral day*)
Aika, joka Maalta kuluu yhteen pyörähdykseen kuvittelun akselinsa ympäri. Maasta katsoen tähtitaivas on silloin uudelleen samassa asennossa. Tähtivuorokauden pituus on 23 h 56 min 4 s. 28

törmäysvyöhyke
(*convergence zone*)
Litosfäärilaattojen rajakohta, jossa laatat liikkuvat toisiaan kohti. 104

u-laakso, ruuhilaakso
(*glacial trough, u-shaped valley*)
Poikkileikkaukseltaan u-kirjaimen muotoinen laakso. U-laaksot ovat laaksojäätikön kuluttamia. 124

ulkoydin (*outer core*)
Maapallon ytimen ulompi osa, joka koostuu nestemäisestä raudasta ja nikkelistä. Ulkoydin on nestemäistä ytimen korkean lämpötilan vuoksi. 98

ultraviolettisäteily
(*ultraviolet radiation*)
Sähkömagneettinen säteily, jonka aallonpituus on 100–380 nm. Ultraviolettisäteilyä on kolmea tyyppiä UVA- , UVB- ja UVC-säteily. UVA-säteily saa aikaan esimerkiksi ihon ruskettumisen, UVB-säteily aiheuttaa muutoksia eliöiden DNA:ssa ja UVC-säteilyllä voidaan muun muassa tappaa bakteereita. 20

UTC
(*UTC, Coordinated Universal Time*)
Koordinoitu yleisaika, joka on sama kuin Lontoon Greenwichin kautta kulkevan 0-pituupiirin ympärillä olevan aikavyöhykkeen (*GMT*) aika. Muiden aikavyöhykkeiden aika ilmoitetaan erona UTC-ajasta, esim. UTC+2 tai UTC-8. 29

uurre (*glacial striation*)
Pitkähkö kapea ura kalliossa. Uurre on syntynyt jäätikön edetessä, kun jään pohjalla oleva kivi on raapinut kalliota. Uurre on jäätikön etenemisen suuntainen. 124

vaippa (*mantle*)
Maapallon kerros, joka sijaitsee kuoren alla ja ulottuu 2 900 kilometrin syvyyteen. Vaippa koostuu kiinteästä kivestä, jossa kuitenkin tapahtuu hitaita konvektiovirtauksia. 97

vajaavuoksi (*neap tide*)
Poikkeuksellisen matalaksi jäävä nousuvesi, joka johtuu siitä, että Kuu ja Aurinko ovat Maasta katsoen toisiinsa nähden 90 asteen kulmassa. Tällöin Kuun ja Auringon vetovoimat kumoavat osittain toisensa. 31

vajoamalaakso (*graben*)
Maan kuoren lohko, joka on vajonnut litosfäärilaatan liikkeiden seurauksena. 107

valaistusvyöhykkeet
(*illumination zones*)
Maapallon vyöhykkeet, jotka on määritelty Auringon säteiden tulokulman perusteella. Valaistusvyöhykkeiden rajoina ovat kääntöpiirit ja napapiirit. 25

valkoinen kääpiö (*white dwarf*)
Auringon kokoisten tähtien kehitysvaihe, joka seuraa punaista jättiläistä. Valkoinen kääpiö on punaisen jättiläisen kuuma ydin, joka jää jäljelle, kun punaisen jättiläisen harvat ulkoosat puhaltuvat pois. 21

valtameren keskiselänne
(*oceanic ridge*)
Merenalainen vuoristo, joka muodostuu kahden mereisen litosfäärilaatan erkanemiskohtaan, kun vaipasta kohoava magma nostaa laattojen reunoja ylöspäin. 102

valtameri (*ocean*)
Suuri, yhtenäinen merialue. Perinteisesti valtameriin on laskettu kuuluviksi Atlantti, Tyynimeri ja Intian valtameri. Usein valtameriksi luokitellaan myös Eteläinen ja Pohjoinen jäämeri. 58

valunta (*runoff*)
Se osa sataneesta vedestä, joka virtaa vesistöjä kohti maan pinnalla, maaperässä tai kallioperässä. Valuntaan kuuluvat pintavalunta, imeytyminen, suodattuminen ja pohjavalunta. 49

Van Allenin säteilyvyöhykkeet
(*Van Allen radiation belts*)
Maapallon ympärillä avaruudessa olevat renkaanmuotoiset vyöhykkeet, jotka koostuvat aurinkotuulen hiukkasista. 35

veden kiertokulku, hydrologinen kierto
(*hydrologic cycle*)
Veden siirtyminen vesivarastosta toiseen. Veden kiertokulku saa energiansa Auringosta ja Maan painovoimasta. Esimerkiksi meristä haihtuu ilmakehään vettä, joka siirtyy tuulten mukana maa-alueille ja sataa maahan, josta se valuu pinta- ja pohjavesiin. 48

vesijalanjälki (*water footprint*)
Vesimäärä, jonka valtio tai ihminen kuluttaa. Vesijalanjälki lasketaan esimerkiksi litroina/henkilö/päivä. Se sisältää käytetyn talousveden lisäksi kaikkien kulutettujen tuotteiden valmistamiseen tarvittavan piiloveden. 62

vesikehä, hydrosfääri
(*hydrosphere*)
Maapallon vedet: meret, pintavedet, maaperän vedet ja pohjavedet. Vesikehään eli hydrosfääriin luetaan kuuluviksi myös jäätiköt ja pysyvä lumi sekä ilmakehän vesi ja vesihöyry. 50

v-laakso (*v-shaped valley*)
Laakso, joka on virtaavan veden kuluttama ja poikkileikkaukseltaan v-kirjaimen muotoinen. 120

vulkaaninen pommi
(*volcanic bomb*)
Puolittain jähmettynyt laavapallo, joka on sinkoutunut tulivuoresta. Vulkaaniset pommit putoavat maahan tulivuoren rinteille ja sen ympäristöön. 109

vulkanismi (*volcanism*)
Tulivuorten toiminta sekä muut maanpinnalle tai sen läheisyyteen kohoavan magman aiheuttamat ilmiöt, kuten kuumat lähteet ja geysirit. 108

vuodenaikaistuulet
(*seasonal winds*)
Tuulet, joiden suunnat vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Vuodenaikaistuulia ovat esimerkiksi monsuunialueella esiintyvät talvimonsuuni ja kesämonsuuni. 43

vuoksi, nousuvesi (*high tide*)
Merenpinnan nousu, joka tapahtuu Kuun ja Auringon vetovoimien vaikutuksesta. 30

vuono (*fjord*)
U-laakso, joka ulottuu mereen ja on täyttynyt osittain merivedestä. 124

vuorituuli (*mountain wind*)
Paikallistuuli, joka puhaltaa vuoristosta laaksoon. Yön aikana ylärinteillä oleva ilma jäähtyy, jolloin painava kylmä ilma valuu alas laaksoon. 44

vuorovesi-ilmiö (*tides*)
Merien vedenpinnan säännöllinen nousu ja lasku, jonka aiheuttavat Kuun ja Auringon vetovoimat ja Maan pyörimisliike. 30

vuotomaailmiö (*solifluction*)
Hidas massaliikunto, jossa vettynyt maa valuu hitaasti alaspäin muodostaen vuotomaaterasseja ja -kielekkeitä. 119

vyörysorakeila (*scree*)
Kolmiomainen kivikasa, joka muodostuu jyrkän rinteen juureen pudonneista kivistä. Kivet ovat olleet aiemmin ylempänä rinteessä, mutta rapautuminen on irrottanut ne ja painovoima on saanut ne putoamaan. 119

välimerenkasvillisuus
ks. nahkealehtinen kasvillisuus 91

välimeri (*mediterranean sea*)
Mantereiden välissä sijaitseva sivumeri, esimerkiksi Välimeri. 58

yleismaantiede
(*systematic geography*)
Maantieteellisen tutkimuksen näkökulma, jossa tutkimus kohdistuu johonkin luontoon tai ihmisen toimintaan liittyvään ilmiöön. Perinteisesti yleismaantiede jaetaan kahteen osaan: luonnonmaantieteeseen ja kulttuurimaantieteeseen. 7

yötön yö (*midnight sun*)
Yö, jolloin Aurinko ei laske ollenkaan horisontin alapuolelle. Yöttömiä öitä esiintyy napapiirien ja napojen välisillä kalottialueilla. 23

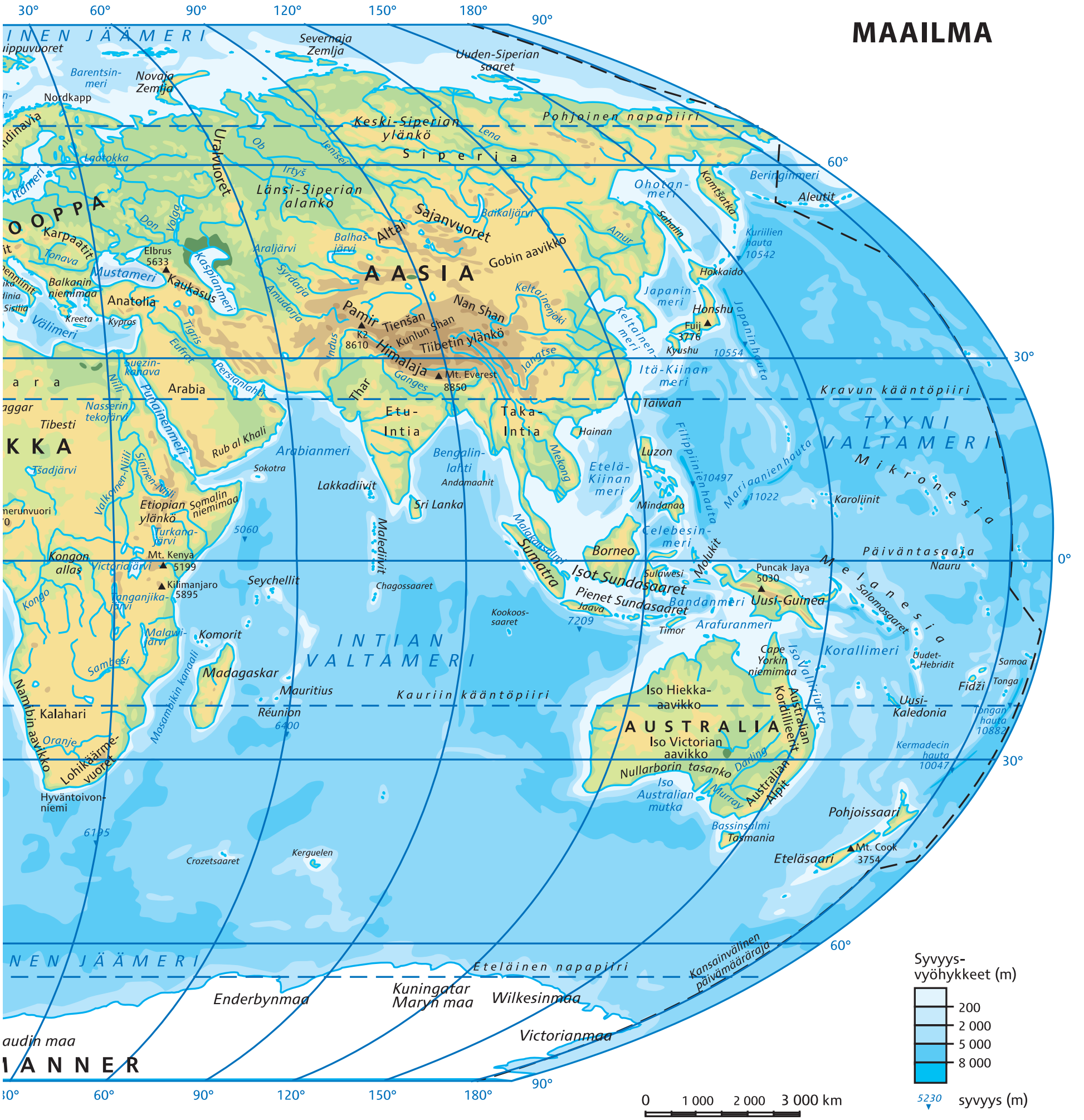
zeniitti (*zenith*)
Taivaanlaella oleva piste, joka on kohtisuoraan havainnoitsijan yläpuolella. 25

zeniittiasema (*zenith position*)
Maanpinnan kohta, jonne Auringon säteily osuu kohtisuoraan. Zeniittiasema vaihtelee kääntöpiirien välissä vuodenaikojen mukaan. Kevät- ja syyspäiväntasauksen aikaan zeniittiasema on päiväntasaajalla. 56

zeniittisade (*zenithal rain*)
Päiväntasaajan matalaan liittyvä sade, joka syntyy, Auringon säteily tulee alueelle zeniitistä tai lähes zeniitistä. Sadetyypiltään se kuuluu konvektiosateisiin. 56

POHJOIS-AMERIKKA
ETELÄ-AMERIKKA
ATLANTIN VALTAMERI
TYYNI VALTAMERI
Grönlanti
Islanti
Brooksvuoret
Alaskavuoret
Mt. McKinley 6194
Beaufortinnmeri
Kuningatar Elisabetin saaret
Ellesmerensaari
Victorian-saari
Baffininsaari
Davisinsalmi
Hudsoninsalmi
Hudsonin-lahti
Labrador
Newfoundland
Iso-Karhujärvi
Iso-Orjajärvi
Beringinsalmi
Yukon
Alaskan niemimaa
Aleutit
7822 Aleuttien hauta
Rannikkovuoristo
Kaskadivuoret
Kalliovuoret
Missouri
Suuret tasangot (Great Plains)
Suuret järvet
St. Lawrence
Appalakit
Ohio
Mississippi
Colorado
Coloradon aavikko
Rio Grande
Mt. Whitney 4420
Sierra Nevada
Sierra Madre
Kalifornian niemimaa
Meksikonlahti
Florida
Bermuda
Bahamasaaret
Kuuba
Länsi-Intian saaristo
Hispaniola
Isot Antillit
Jamaika
Jukatan
Citlaltepetl 5700
Popocatepetl 5452
Kravun kääntöpiiri
Havaijisaaret
Mauna Kea 4207
7022
Karibianmeri
Panaman kanava
Orinoco
Guayanan ylänkö
Amazon
Kookossaari
Galápagos-saaret
Chimborazo 6267
Selvas
Andit
Perun-Chilen hauta
Titicacajärvi
Atacaman aavikko
Gran Chaco
Paraguay
Parana
Pampa
Brasilian ylänkö
Ojos del Salado 6863
Aconcagua 6959
Rio de la Plata
Patagonia
6681
Falklandsaaret
Magalhaesinsalmi
Tulimaa
Kap Horn
Drakensalmi
Etelä-Georgia
8325 Etelä-Sandwichin hauta
Etelä-Sandwichin hauta
Eteläinen napapiiri
5230
Grahaminmaa
Weddellinmeri
Antarktiksen niemimaa
Ellswothinmaa
Marie Byrdin maa
Coatsinmaa
Kuningatar Ma
ETELÄM
Azorit
Madeira
Kanarian-saaret
Kap Verden saaret
6690
Pienet Antillit
9200 Puerto Ricon hauta
Ascension
St. Helena
Guineanlahti
Niger
Gibraltarinsalmi
Atlasvuoret
Pyreneet
Pyreneiden niemimaa
Mt. Blanc 4807
Brittein saaret
Pohjan-meri
Norjan meri
Rein
Sahara
Aho
Korkeus-vyöhykkeet (m)
jäätikkö
5 000
2 000
500
200
0
syvänkö
1343 korkeus meren-pinnasta (m)

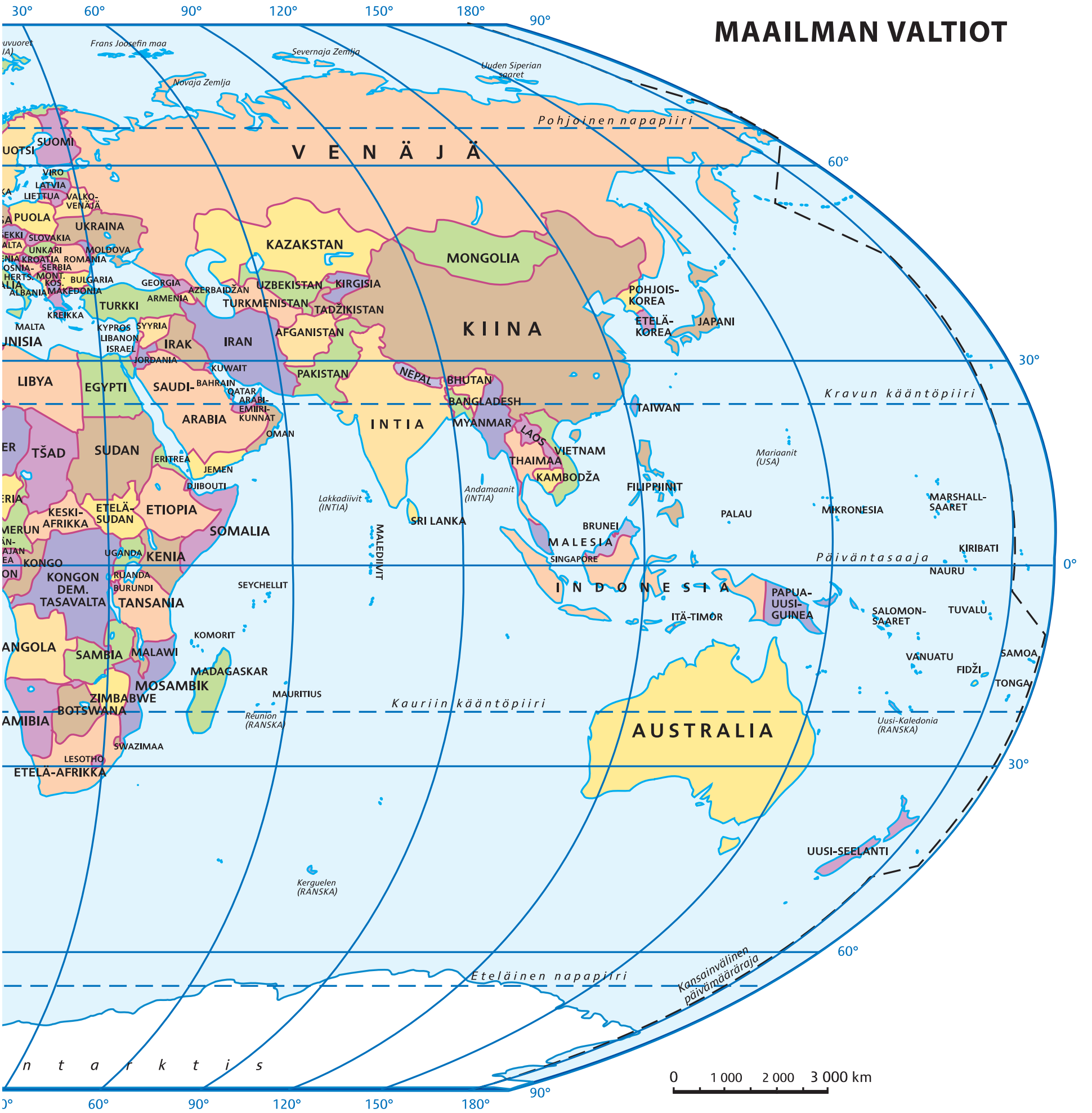
MAAILMA

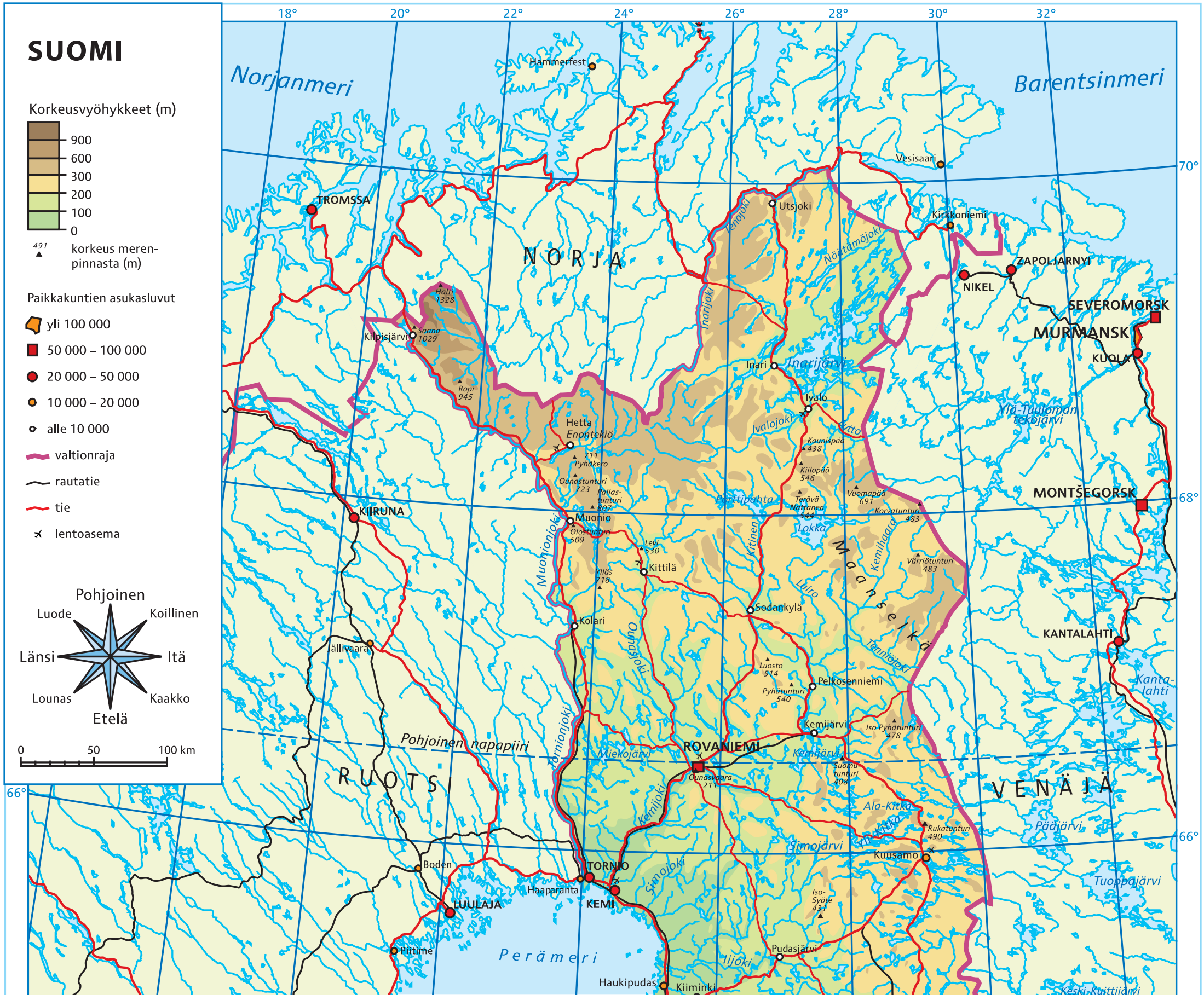


30°
60°
90°
120°
150°
180°
90°
60°
30°
0°
30°
60°
90°
Severnaja Zemlja
Uuden-Siperian saaret
Barentsin-meri
Novaja Zemlja
Nordkapp
Keski-Siperian ylänkö
Pohjoinen napapiiri
Lena
Siperia
Ob
Jenisei
Uralvuoret
Laatokka
Irtyš
Länsi-Siperian alanko
Ohotan-meri
Kamtšatka
Beringinmeri
Aleutit
Sahalin
Amur
Baikaljärvi
Sajanvuoret
Altai
Balhas-järvi
Araljärvi
Syrdarja
Amudarja
Gobin aavikko
Kuriilien hauta 10542
Hokkaido
Japanin-meri
Honshu
Fuij 3776
Kyushu
10554
Japanin hauta
Keltainen-meri
Keltainenjöki
Jangtse
Itä-Kiinan meri
Taiwan
Kravun kääntöpiiri
TYYNI VALTAMERI
Mikronesia
Mariaanien hauta
11022
Karoliinit
Luzon
Filippiinien hauta
10497
Mindanao
Celebesin-meri
Molukit
Päiväntasaaja
Nauru
Melanesia
Salomosaaret
Puncak Jaya 5030
Uusi-Guinea
Bandanmeri
Arafuranmeri
Timor
Sulawesi
Borneo
Isot Sundasaaret
Pienet Sundasaaret
Jaava
7209
Malakansalmi
Sumatra
Mekong
Etelä-Kiinan meri
Hainan
Taka-Intia
Bengalin-lahti
Andamaanit
Sri Lanka
Etu-Intia
Thar
Ganges
Mt. Everest 8850
Himalaja
Tiibetin ylänkö
Kunlun shan
Tienšan
Nan Shan
Pamir
K2 8610
Indus
Tigris
Eufrat
Persianlahti
Arabia
Arabianmeri
Sokotra
Lakkadiivit
Maledivit
Chagossaaret
Kookoos-saaret
Rub al Khali
Punainenmeri
Suezin-kanava
Niili
Nasserin tekojärvi
Tibesti
Tšadjärvi
Valkoinen-Niili
Sininen-Niili
Etiopian ylänkö
Somalin niemimaa
Turkana-järvi
5060
Mt. Kenya 5199
Kilimanjaro 5895
Victoriajärvi
Kongon allas
Kongo
Tanganjika-järvi
Malawi-järvi
Komorit
Seychellit
Sambesi
Madagaskar
Mosambikin kanaali
Mauritius
Réunion
6400
INTIAN VALTAMERI
Kauriin kääntöpiiri
Kalahari
Namibin aavikko
Oranje
Lohikäärme-vuoret
Hyväntoivon-niemi
6195
Crozetsaaret
Kerguelen
Iso Hiekka-aavikko
AUSTRALIA
Iso Victorian aavikko
Nullarborin tasanko
Iso Australian mutka
Darling
Murray
Australian Alpit
Australian Kordilleerit
Iso Vallirjutta
Cape Yorkin niemimaa
Korallimeri
Uudet-Hebridit
Samoa
Fidži
Tonga
Uusi-Kaledonia
Tongan hauta 10882
Kermadecin hauta 10047
Pohjoissaari
Bassinsalmi
Tasmania
Eteläsaari
Mt. Cook 3754
Kansainvälinen päivämääräraja
Eteläinen napapiiri
Enderbynmaa
Kuningatar Maryn maa
Wilkesinmaa
Victorianmaa
Syvyys-vyöhykkeet (m)
200
2 000
5 000
8 000
5230
syvyys (m)
0
1 000
2 000
3 000 km

90°
150°
120°
90°
60°
30°
0°
60°
30°
0°
30°
60°
90°
150°
120°
90°
60°
30°
0°
Pohjoinen napapiiri
Kravun kääntöpiiri
Päiväntasaaja
Kauriin kääntöpiiri
Eteläinen napapiiri
Alaska (YHDYSVALLAT)
KANADA
YHDYSVALLAT
Grönlanti (TANSKA)
ISLANTI
NORJA
ISO-BRITANNIA
IRLANTI
RANSKA
PORTUGALI
ESPANJA
Azorit (PORT.)
Madeira (PORT.)
Kanarian-saaret (ESP.)
MAROKKO
ALGERIA
Länsi-Sahara
MAURITANIA
MALI
KAP VERDE
SENEGAL
GAMBIA
GUINEA-BISSAU
GUINEA
SIERRA LEONE
LIBERIA
BURKINA-FASO
GHANA
TOGO
BENIN
NORSUNLUU-RANNIKKO
SÃO TOMÉ ja PRÍNCIPE
MEKSIKO
KUUBA
DOMINIK. TASAVALTA
JAMAIKA
HAITI
Puerto Rico (USA)
SAINT KITTS JA NEVIS
ANTIGUA & BARBUDA
DOMINICA
SAINT LUCIA
SAINT VINCENT JA GRENADIINIT
BARBADOS
TRINIDAD & TOBAGO
GRENADA
BELIZE
GUATEMALA
HONDURAS
EL SALVADOR
NICARAGUA
COSTA RICA
PANAMA
VENEZUELA
GUYANA
SURINAM
Ranskan Guayana
KOLUMBIA
ECUADOR
PERU
BRASILIA
BOLIVIA
PARAGUAY
CHILE
URUGUAY
ARGENTIINA
Havaijisaaret (USA)
Kookossaaret
Galápagos-saaret (ECUADOR)
KIRIBATI
Seurasaaret
Tuamotusaaret
Ranskan Polynesia
Tahiti
Cooksaaret (UUSI-SEELANTI)
St. Helena (ISO-BR.)
Falklandsaaret (ISO-BR.)
Etelä-Georgia (ISO-BR.)

MAAILMAN VALTIOT




SUOMI
Korkeusvyöhykkeet (m)
900
600
300
200
100
0
491
korkeus meren-pinnasta (m)
Paikkakuntien asukasluvut
yli 100 000
50 000 – 100 000
20 000 – 50 000
10 000 – 20 000
alle 10 000
valtionraja
rautatie
tie
lentoasema
Pohjoinen
Luode
Koillinen
Länsi
Itä
Lounas
Kaakko
Etelä
0
50
100 km
18°
20°
22°
24°
26°
28°
30°
32°
70°
68°
66°
Norjanmeri
Barentsinmeri
NORJA
RUOTSI
VENÄJÄ
Hammerfest
TROMSSA
Vesisaari
Utsjoki
Kirkkoniemi
ZAPOLJARNYI
NIKEL
SEVEROMORSK
MURMANSK
KUOLA
Inari
Inarijärvi
Ivalo
Ylä-Tuuloman tekojärvi
MONTŠEGORSK
Halti 1328
Saana 1029
Kilpisjärvi
Ropi 945
Hetta
Enontekiö
Pyhäkero
Ounastunturi 723
Pallastunturi 807
Muonio
Olostunturi 509
Levi 530
Kittilä
Ylläs 718
Kaunispää 438
Kiilopää 546
Terävä Nattanen 544
Vuomapää 691
Korvatunturi 483
Värriötunturi 483
Lokka
Maanselkä
Kemihaara
Luiro
Sodankylä
Kolari
Jällivaara
KIIRUNA
Luosto 514
Pyhätunturi 540
Pelkosenniemi
Kemijärvi
Iso Pyhätunturi 478
KANTALAHTI
Kantalahti
Pohjoinen napapiiri
ROVANIEMI
Ounasvaara 211
Suomutunturi 408
Ala-Kitka
Rukatunturi 490
Kuusamo
Pääjärvi
Tuoppajärvi
Boden
TORNIO
Haaparanta
KEMI
LUULAJA
Piitime
Perämeri
Iso-Syöte 431
Pudasjärvi
Haukipudas
Kiiminki
Keski-Kuittijärvi
Inarijoki
Ivalojoki
Lutto
Näätämöjoki
Tenojoki
Kitinen
Muonionjoki
Ounasjoki
Tornionjoki
Miekojärvi
Kemijoki
Simojoki
Simojärvi
Iijoki
Kemijärvi
Tenniöjoki
Luiro
Porttipahta

OULU
Kempele
Liminka
RAAHE
Skellefteå
Suomussalmi
Ylä-Kuittijärvi
Ala-Kuittijärvi
KOSTAMUS
Kiitesjärvi
Nuokkijärvi
Oulujärvi
KAJAANI
Sotkamo
Kuhmo
Kalajoki
Oulainen
Haapavesi
Ylivieska
Nivala
Kannus
KOKKOLA
UUMAJA
Pietarsaari
Haapajärvi
Pyhäjärvi
Kiuruvesi
IISALMI
Nurmes
Lieksajärvi
Tuulijärvi
Lieksa
Merenkurkku
Uusikaarlepyy
Pedersören kunta
ÖRNSKÖLDSVIK
Pohjanlahti
Mustasaari
VAASA
Kauhava
Lappajärvi
Lapua
Alajärvi
Simpsiö 132
SEINÄJOKI
Suomenselkä
Viitasaari
Nilsiä
Juankoski
SIILINJÄRVI
KUOPIO
Pielinen
Koitere
Höytiäinen
Outokumpu
Kontiolahti
Ilomantsi
JOENSUU
Härnösand
Timrå
SUNDSVALL
Ilmajoki
Kurikka
Alavus
Ähtäri
Saarijärvi
Suonenjoki
ÄÄNEKOSKI
Suvasvesi
Leppävirta
Liperi
Pyhäselkä
Närpiö
Kaskinen
Kauhajoki
Kristiinankaupunki
Laukaa
PIEKSÄMÄKI
VARKAUS
Virrat
Keuruu
JYVÄSKYLÄ
Orivesi
Kitee
Parkano
Tarjannevesi
Mänttä-Vilppula
Kankaanpää
Ikaalinen
JÄMSÄ
Himosvuori 227
Kyyvesi
Puula
SAVONLINNA
Puruvesi
Jänisjärvi
SORTAVALA
Hämeenkyrö
YLÖJÄRVI
Orivesi
MIKKELI
PORI
NOKIA
TAMPERE
Ulvila
SASTAMALA
Pirkkala
KANGASALA
Lahdenpohja
Selkämeri
Harjavalta
Lempäälä
Kokemäki
VALKEAKOSKI
Saimaa
IMATRA
RAUMA
Huittinen
Akaa
HEINOLA
Eura
LAPPEENRANTA
Svetogorsk
Käkisalmi
Pyhäjärvi
HÄMEENLINNA
HOLLOLA
LAHTI
Nastola
Laitila
Loimaa
Janakkala
Salpausselkä
Laatokka
Uusikaupunki
Forssa
Orimattila
KOUVOLA
VIIPURI
ÅLAND AHVENANMAA
RIIHIMÄKI
Mäntsälä
Lieto
Somero
HYVINKÄÄ
RAISIO
Naantali
Paimio
Karkkila
JÄRVENPÄÄ
VENÄJÄ
TURKU
SALO
NURMIJÄRVI
KERAVA
HAMINA
Mariehamn
Maarianhamina
KAARINA
VIHTI
TUUSULA
Loviisa
KOTKA
Koivisto
Länsi-Turunmaa
LOHJA
ESPOO
Sipoo
PORVOO
TERIJOKI
Ahvenanmeri
Saaristomeri
Kauniainen
VANTAA
HELSINKI
KRONSTADT
Norrtälje
KIRKKONUMMI
PIETARI
RAASEPORI
SOSNOVYI BOR
LOMONOSOV
Hanko
Suomenlahti
PUŠKIN
KOLPINO
TUKHOLMA
ITÄMERI
TALLINNA
Maardu
VIRO
KOHTLA-JÄRVE
NARVA
GATTŠINA
Paldiski
Keila
Rakvere
Sillamäe
KINGISEPP
64°
62°
60°
20°
22°
24°
26°
28°
30°

Jäämeri
Norjan-meri
Pohjan-meri
Välimeri
Atlantin valtameri
Pohjois-Irlanti
Irlanninmeri
Englannin kanaali
Biskajanlahti
Gibraltarinsalmi
Tyrrhenanmeri
Adriameri
Ligurian meri
Lionininlahti
Joonian-meri
Messinansalmi
Egeanmeri
Itämeri
Skagerrak
Kattegat
Bornholm
Öölanti
Gotlanti
Ahvenanmaa
Saarenmaa
Hiidenmaa
Suomenlahti
Pohjanlahti
Laatokka
Peipsijärvi
Inarijärvi
Saimaa
Vänern
Vättern
Pyhän Yrjön kanaali
Kanaali-saaret
Mansaari
Seine
Loire
Rhône
Garonne
Elbe
Oder
Weichsel
Tonava
Po
Reykjavik
ISLANTI
Hekla 1491
Örefajökull 2119
Färsaaret
Shetlandsaaret
Orkneysaaret
Ulko-Hebridit
Nordkapp
Hammerfest
Tromssa
Vesterålen
Lofootit
Narvik
Holtti 1328
Inari
Kebnekaise 2111
Kiiruna
Luulaja
Oulu
Rovaniemi
Trondheim
Galdhøpiggen 2469
Skandit
Uumaja
Vaasa
Kuopio
Jyväskylä
Pori
Tampere
Lahti
Sortava
Turku
Helsinki
Pietari
Kolp
Tallinna
Pihkova
Riika
LATVIA
Daugavpils
Klaipeda
LIETTUA
Kaunas
Vilna
Vitebsk
Minsk
VENÄJÄ
VALKO-
Kaliningrad
VENÄJÄ
Gdańsk
PUOLA
Szczecin
Poznań
Varsova
Łódź
Brest
Wrocław
Katowice
Krakova
Lvov
Berliini
Hannover
Leipzig
Dresden
Frankfurt
Stuttgart
Hampuri
Bremen
Lyypekki
Rostock
Kiel
Amsterdam
Haag
Rotterdam
Bryssel
Essen
Dortmund
Köln
Bonn
BELGIA
SAKSA
LUXEMBURG
Lille
Le Havre
Reims
Pariisi
Brest
Bretagne
Nantes
Orléans
RANSKA
Dijon
Strasbourg
Plzeň
Praha
TŠEKKI
Ostrava
Brno
Tatra 2655
Košice
Karpaatit
SLOVAKIA
Bratislava
Wien
Linz
Salzburg
München
Zürich
Bern
Geneve
Jura
Innsbruck
LIECHTENSTEIN
ITÄVALTA
Budapest
Debrecen
UNKARI
Iso Unkarin
Cluj-Napoca
Iaşi
ROMANIA
Brașov
Galati
Ploiesti
Bukarest
Pitesti
Timisoara
Etelä-Karpaatit
Lyon
Mt. Blanc 4810
Mt. Dore 1886
Grenoble
Torino
Milano
Venetsia
SLOVENIA
Ljubljana
Zagreb
KROATIA
Rijeka
Belgrad
SERBIA
BOSNIA-HERTSEGOVINA
Sarajevo
Split
Niš
KOSOVO
Priština
MONTE-NEGRO
Podgorica
Skopje
MAKEDONIA
BULGARIA
Sofia
Balkanvuoret
Plovdiv
Varna
Istanbul
Tirana
ALBANIA
Thessaloniki
Taranto
Bari
Napoli
Vesuvius 1277
ITALIA
Rooma
VATIKAANI
SAN MARINO
Firenze
Bologna
Genova
Milano
Korsika
Sardinia
Sassari
Cagliari
Palermo
Messina
Sisilia
Etna 3323
Peloponnesos
Patras
Ateena
KREIKKA
Irákleion
Kreeta
MALTA
Valletta
TUNISIA
Tunis
ALGERIA
Alger
Oran
Melilla (Esp.)
MAROKKO
Rabat
Casablanca
Fès
Tanger
Ceuta (Esp.)
Gibraltar (Iso-Br.)
Málaga
Mulhacén 3478
Granada
Sierra Nevada
Córdoba
Sevilla
Gádiz
Alicante
Ibiza
Baleaarit
Palma
Mallorca
Menorca
Barcelona
Valencia
ESPANJA
Madrid
Tejo
Lissabon
PORTUGALI
Porto
Vigo
La Coruña
Gijón
Santander
Bilbao
San Sebastián
Pyrenees
ANDORRA
Toulouse
Marseille
MONACO
Nizza
Toulon
Aix
Zaragoza
Ebro
Valladolid
Duero
Salamanca
Iberian vuoret
Cantabrian vuoret
Keskiylänkö
Bordeaux
Garonne
Ben Nevis 1343
Skotlanti
Glasgow
Aberdeen
Dundee
Edinburgh
Newcastle
Manchester
Liverpool
Wales
Birmingham
Englanti
Cardiff
Bristol
Lontoo
Brighton
Southampton
Plymouth
IRLANTI
Belfast
Dublin
Cork
ISO-BRITANNIA
ALANKOMAAT
TANSKA
Jyllanti
Århus
Kööpenhamina
Odense
Helsingborg
Malmö
Ruotsi
NORJA
Bergen
Stavanger
Oslo
Ruotsi
Örebro
Norrköping
Västerås
Upsala
Tukholma
Göteborg
Ålborg
Skagerrak
Kattegat
Gotlanti
Öölanti
Bornholm
Riika
LATVIA
Daugavpils
Klaipeda
LIETTUA
Kaunas
Vilna
Vitebsk
Minsk
VENÄJÄ
VALKO-
Kaliningrad
VENÄJÄ
Gdańsk
PUOLA
Szczecin
Poznań
Varsova
Łódź
Brest
Wrocław
Katowice
Krakova
Lvov
Berliini
Hannover
Leipzig
Dresden
Frankfurt
Stuttgart
Hampuri
Bremen
Lyypekki
Rostock
Kiel
Amsterdam
Haag
Rotterdam
Bryssel
Essen
Dortmund
Köln
Bonn
BELGIA
SAKSA
LUXEMBURG
Lille
Le Havre
Reims
Pariisi
Brest
Bretagne
Nantes
Orléans
RANSKA
Dijon
Strasbourg
Plzeň
Praha
TŠEKKI
Ostrava
Brno
Tatra 2655
Košice
Karpaatit
SLOVAKIA
Bratislava
Wien
Linz
Salzburg
München
Zürich
Bern
Geneve
Jura
Innsbruck
LIECHTENSTEIN
ITÄVALTA
Budapest
Debrecen
UNKARI
Iso Unkarin
Cluj-Napoca
Iaşi
ROMANIA
Brașov
Galati
Ploiesti
Bukarest
Pitesti
Timisoara
Etelä-Karpaatit
Lyon
Mt. Blanc 4810
Mt. Dore 1886
Grenoble
Torino
Milano
Venetsia
SLOVENIA
Ljubljana
Zagreb
KROATIA
Rijeka
Belgrad
SERBIA
BOSNIA-HERTSEGOVINA
Sarajevo
Split
Niš
KOSOVO
Priština
MONTE-NEGRO
Podgorica
Skopje
MAKEDONIA
BULGARIA
Sofia
Balkanvuoret
Plovdiv
Varna
Istanbul
Tirana
ALBANIA
Thessaloniki
Taranto
Bari
Napoli
Vesuvius 1277
ITALIA
Rooma
VATIKAANI
SAN MARINO
Firenze
Bologna
Genova
Milano
Korsika
Sardinia
Sassari
Cagliari
Palermo
Messina
Sisilia
Etna 3323
Peloponnesos
Patras
Ateena
KREIKKA
Irákleion
Kreeta
MALTA
Valletta
TUNISIA
Tunis
ALGERIA
Alger
Oran
Melilla (Esp.)
MAROKKO
Rabat
Casablanca
Fès
Tanger
Ceuta (Esp.)
Gibraltar (Iso-Br.)
Málaga
Mulhacén 3478
Granada
Sierra Nevada
Córdoba
Sevilla
Gádiz
Alicante
Ibiza
Baleaarit
Palma
Mallorca
Menorca
Barcelona
Valencia
ESPANJA
Madrid
Tejo
Lissabon
PORTUGALI
Porto
Vigo
La Coruña
Gijón
Santander
Bilbao
San Sebastián
Pyrenees
ANDORRA
Toulouse
Marseille
MONACO
Nizza
Toulon
Aix
Zaragoza
Ebro
Valladolid
Duero
Salamanca
Iberian vuoret
Cantabrian vuoret
Keskiylänkö
Bordeaux
Garonne
Ben Nevis 1343
Skotlanti
Glasgow
Aberdeen
Dundee
Edinburgh
Newcastle
Manchester
Liverpool
Wales
Birmingham
Englanti
Cardiff
Bristol
Lontoo
Brighton
Southampton
Plymouth
IRLANTI
Belfast
Dublin
Cork
ISO-BRITANNIA
ALANKOMAAT
TANSKA
Jyllanti
Århus
Kööpenhamina
Odense
Helsingborg
Malmö
Ruotsi
NORJA
Bergen
Stavanger
Oslo
Ruotsi
Örebro
Norrköping
Västerås
Upsala
Tukholma
Göteborg
Ålborg
Skagerrak
Kattegat
Gotlanti
Öölanti
Bornholm
Ahvenanmaa
Saarenmaa
Hiidenmaa
Suomenlahti
Pohjanlahti
Laatokka
Peipsijärvi
Inarijärvi
Saimaa
Vänern
Vättern
Pyhän Yrjön kanaali
Kanaali-saaret
Mansaari
Seine
Loire
Rhône
Garonne
Elbe
Oder
Weichsel
Tonava
Po
Reykjavik
ISLANTI
Hekla 1491
Örefajökull 2119
Färsaaret
Shetlandsaaret
Orkneysaaret
Ulko-Hebridit
Nordkapp
Hammerfest
Tromssa
Vesterålen
Lofootit
Narvik
Holtti 1328
Inari
Kebnekaise 2111
Kiiruna
Luulaja
Oulu
Rovaniemi
Trondheim
Galdhøpiggen 2469
Skandit
Uumaja
Vaasa
Kuopio
Jyväskylä
Pori
Tampere
Lahti
Sortava
Turku
Helsinki
Pietari
Kolp
Tallinna
Pihkova

EUROOPPA

Kaupunkien asukasluvut
- yli 1 milj. asukasta
- 500 000 – 1 milj.
- 100 000 – 500 000
- alle 100 000

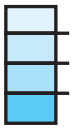
Pääkaupunki alleviivattu

valtionraja

1343 ▲ korkeus meren-pinnasta (m)

Korkeusvyöhykkeet (m)

Syvyysvyöhykkeet (m)



0 200 400 km

JÄÄMERI
Färsaaret
Pohjoinen napapiiri
Beringinsalmi
Wrangelinsaari
80°
70°
IRLANTI
ISO-BRITANNIA
Pohjanmeri
Norjanmeri
Huippuvuoret (Norja)
Itä-Siperian meri
NORJA
RUOTSI
SUOMI
Helsinki
Barentsinmeri
Murmansk
Frans Josefin maa (Venäjä)
Severnaja Zemlja
Uuden Siperian saaret
Laptevinmeri
Kolymavuoret
Kolyma
Novaja Zemlja
Karanmeri
Arkangeli
Pietari
Itämeri
VIRO
LATVIA
LIETTUA
VALKO-VENÄJÄ
Moskova
Nižni Novgorod
Vjatka
Perm
Vorkuta
Norilsk
Verhojanskvuoret
Lena
Jakutsk
Narodnaja 1894
Keski-Siperian ylänkö
Länsi-Siperian alanko
Ob
Surgut
Jenisei
Aldan
Ala-Tunguska
Stanovoivuoret
Komsomolsk
Amur
Angara
Bratsk
Tomsk
Novosibirsk
Krasnojarsk
Omsk
Jekaterinburg
Tšeljabinsk
Uralvuoret
Orsk
Ufa
Samara
Saratov
Volga
Voronež
Rostov-na-Donu
Volgograd
Astrahan
Kaukasus
Elbrus 5642
Kaspianmeri
Astana
Semey
Barnaul
Novokuznetsk
Irkutsk
Ulan-Ude
Baikalinjärvi
Jablonovyivuoret
Tšita
Sajanvuoret
Ulaanbaatar
Qiqihar
Harbin
Jilin
Fushun
Shenyang
Beijing (Peking)
Tianjin
Baotou
Taiyuan
Jinan
Qingdao
Zhengzhou
Jangtse
Lanzhou
Xian
Nanjing
Wuhan
Nanchang
Changsha
Chengdu
Chongqing
Guiyang
Kunming
Guangzhou
Macao
Hongkong
Hainan
Hanoi
Haiphong
Vientiane
LAOS
VIETNAM
Da Nang
Mekong
MYANMAR (BURMA)
Yangon
Navpyitaw
THAIMAA
Bangkok
KAMBODŽA
Phnom Penh
Ho Chi Minh
Etelä-Kiinan m
Siamin-lahti
Andamaanit (Intia)
Nikobaarit (Intia)
Bengalin-lahti
Arabianmeri
Deccan
Thar
Ganges
Indus
Himalaja
Tiibetin ylänkö
Kunlun
Tšan
Taklimakan
Gobi
Altai
Mongolian ylänkö
Pamir
Hindukuš
Balhašjärvi
Aralmeri
Taškent
Samarkand
Dušanbe
Aşgabat
Biškek
KIRGISIA
TADŽIKISTAN
TURKMENISTAN
UZBEKISTAN
Almaty
Ürümqi
Mashhad
Herat
Kabul
Peshawar
Islamabad
Lahore
Faisalabad
Kandahar
AFGANISTAN
PAKISTAN
Delhi
New Delhi
Kathmandu
NEPAL
Mt. Everest 8850
Lhasa
Thimphu
BHUTAN
Patna
Kanpur
Kolkata (Kalkutta)
BANGLADESH
Dhaka
Chittagong
Hyderabad
Nagpur
Ahmadabad
Surat
Mumbai (Bombay)
INTIA
Goa
Bangalore
Chennai (Madras)
Cochin
Madurai
SRI LANKA
Colombo
MALEDIIVIT
Lakkadiivit (Intia)
Päiväntasaaja
INTIAN VALTAMERI
SEYCHELLIT
MADAGASKAR
Tabriz
Teheran
Damavand 5601
Esfahan
Shiraz
Kerman
Zagrosvuoret
IRAN
Mosul
Bagdad
Basra
IRAK
KUWAIT
Medina
Jeddah
Mekka
Riad
BAHRAIN
QATAR
Dubai
Abu Dhabi
ARABI-EMIIRI-KUNNAT
Masqat
OMAN
SAUDI-ARABIA
Sanaa
JEMEN
Aden
Adeninlahti
Sokotra (Jemen)
SOMALIA
Punainenmeri
Jerevan
Tbilisi
GEORGIA
ARMENIA
AZERBAIDŽAN
Baku
Ankara
Istanbul
Izmir
TURKKI
Aleppo
SYYRIA
Damaskos
Amman
JORDANIA
ISRAEL
LIBANON
KYPROS
Mustameri
Välimeri
Egeanmeri
EGYPTI
Kreikka
BULGARIA
MAKEDONIA
ALBANIA
KOS.
MONT. SERBIA
BOSNIA-HERTS.
KROATIA
SLOVENIA
ITALIA
ITÄVALTA
SVEITSI
SAKSA
RANSKA
BELGIA
ALANKOMAAT
TANSKA
TŠEKKI
PUOLA
SLOVAKIA
UNKARI
UKRAINA
MOLDOVA
ROMANIA
Ural
Ural
Ural

AASIA

Kaupunkien asukasluvut

- yli 1 milj. asukasta
- 500 000 – 1 milj.
- 100 000 – 500 000
- alle 100 000

Pääkaupunki alleviivattu

valtionraja

5601 ▲ korkeus meren-pinnasta (m)

Korkeusvyöhykkeet (m)

6 000
4 000
2 000
1 000
500
200
0
syvänkö

Syvyysvyöhykkeet (m)

200
2 000
4 000
8 000

0 1 000 km

AFRIKKA

Kaupunkien asukasluvut
yli 1 milj. asukasta
500 000 – 1 milj.
100 000 – 500 000
alle 100 000
Pääkaupunki alleviivattu
valtionraja
1343 korkeus merenpinnasta (m)
Korkeusvyöhykkeet (m)
3 000
2 000
1 000
500
200
0
syvänkö
Syvyysvyöhykkeet (m)
200
2 000
4 000
8 000
0
1 000 km
PORTUGALI
ESPANJA
ITALIA
KREIKKA
TURKKI
Kaspian-meri
Gibraltarinsalmi
Alger
Constantine
Tunis
TUNISIA
MALTA
Oran
Tanger
Rabat
Oujda
Casablanca
Fès
MAROKKO
Atlasvuoret
Välimeri
Sfax
Tripoli
Misratah
Bengasi
KYPROS
SYYRIA
LIBANON
ISRAEL
Aleksandria
Port Said
Suezin kanava
Siinai
JORDANIA
IRAN
Eufrat
Tigris
IRAK
KUWAIT
Persian-lahti
BAHRAIN
QATAR
ARABI-EMIIRIKUNNAT
SAUDI-ARABIA
Madeira (Port.)
Marrakech
Agadir
30°
Kanariansaaret (Esp.)
Las Palmas
Teide 3718
La'youn
Qattaran syvänkö
Kairo
ALGERIA
LIBYA
EGYPTI
Sahara
Ahaggar
Libyan aavikko
Niili
Luxor
Assuan
Nasser-järvi
Puhainenmeri
Länsi-Sahara
Kravun kääntöpiiri
Zouérate
Mt Tahat 2918
Tibesti
Nubian aavikko
ARABIA
Nouadhibou
20°
MAURITANIA
Sahel
MALI
NIGER
TŠAD
Port Sudan
OMAN
Nouakchott
Timbuktu
Senegal
Niger
Ondurman
Khartum
ERITREA
Asmara
JEMEN
SENEGAL
Dakar
Banjul
GAMBIA
Bamako
BURKINA FASO
Niamey
Zinder
Kano
Nguru
Tšadjärvi
Darfur
SUDAN
Sininen Niili
Valkoinen Niili
Ras Dashen 4620
GUINEA-BISSAU
Bissau
Kankan
Ouagadougou
BENIN
N'djaména
DJIBOUTI
Djibouti
GUINEA
Conakry
NIGERIA
10°
Abuja
Sarh
Moundou
Malakal
Dire Dawa
Somalian niemimaa
Etiopian ylänkö
Addis Abeba
Freetown
SIERRA LEONE
NORSUNLUU-RANNIKKO
GHANA
TOGO
Porto Novo
Ogbomosho
Ibadan
Lagos
Enugu
Port Harcourt
KESKI-AFRIKKA
Bangui
Wau
ETELÄ-SUDAN
Juba
Iso hautavajoama
ETIOPIA
Monrovia
LIBERIA
Yamoussoukro
Abidjan
Accra
Lomé
KAMERUN
Yaoundé
Douala
Malabo
Guineanlahti
PÄIVÄNT. GUINEA
Kongo
UGANDA
Turkana-järvi
KENIA
SOMALIA
0°
päiväntasaaja
São Tomé
SÃO TOMÉ ja PRÍNCIPE
Libreville
KONGO
Kongon atlas
Kinsangani
Ruwenzori 5119
Kampala
Mt. Kenya 5199
Mogadishu
GABON
Franceville
Mbandaka
Victoria-järvi
Kigali
Nairobi
Brazzaville
KONGON DEMOKRAATTINEN TASAVALTA
RUANDA
Kivu-järvi
Kongo
Bujumbura
Mwanza
Kilimanjaro 5895
BURUNDI
Mombasa
INTIAN VALTAMERI
Pointe-Noire
Cabinda (Angola)
Kinshasa
Matadi
Kananga
Kalemie
TANSANIA
Lantinen hautavajoama
Tanganjikan-järvi
Dodoma
Sansibar
Dar Es Salaam
SEYCHELLIT
ATLANTIN VALTAMERI
Luanda
Manange
Mbeya
10°
Kowezi
Likasi
Lubumbashi
Kitwe
Ndola
ANGOLA
MALAWI
Lilongwe
Malawi-järvi
Ruvuma
KOMORIT
Moroni
Antsiranana
SAMBIA
Lusaka
Nampula
Blantyre
MADAGASKAR
Okavango
Sambesi
Harare
Toamasina
Antananarivo
MAURITIUS
Port Louis
Saint-Denis
Réunion (Ranska)
Mosambikin kanaali
ZIMBABWE
20°
NAMIBIA
Bulawayo
MOSAMBIK
Fianarantsoa
Cap Vohimena
Windhoek
Namibin aavikko
BOTSWANA
Kauriin kääntöpiiri
Kalahari
Limpopo
Gaborone
Pretoria
Maputo
Johannesburg
Mbabane
SWAZIMAA
Maseru
Oranje
LESOTHO
Durban
30°
ETELÄ-AFRIKKA
Lohikäärmevuoret
Kapkaupunki
Hyväntoivonniemi
0°
10°
20°
30°
40°
50°

POHJOIS-AMERIKKA

ETELÄ-AMERIKKA

AUSTRALIA JA OSEANIA

Kaupunkien asukasluvut
- yli 1 milj. asukasta
- 500 000 – 1 milj.
- 100 000 – 500 000
- alle 100 000

Pääkaupunki alleviivattu

valtionraja

1343 ▲ korkeus merenpinnasta (m)

Korkeus-vyöhykkeet (m)
3 000
2 000
1 000
500
200
0
syvänkö

Syvyys-vyöhykkeet (m)
200
2 000
4 000
8 000

0 — 1 000 km

ARKTIS

Kaupunkien asukasluvut
- yli 1 milj. asukasta
- 500 000 – 1 milj.
- 100 000 – 500 000
- alle 100 000

Pääkaupunki alleviivattu

valtionraja

Korkeusvyöhykkeet (m)

jäätikkö
3 000
2 000
1 000
500
200
0
syvänkö

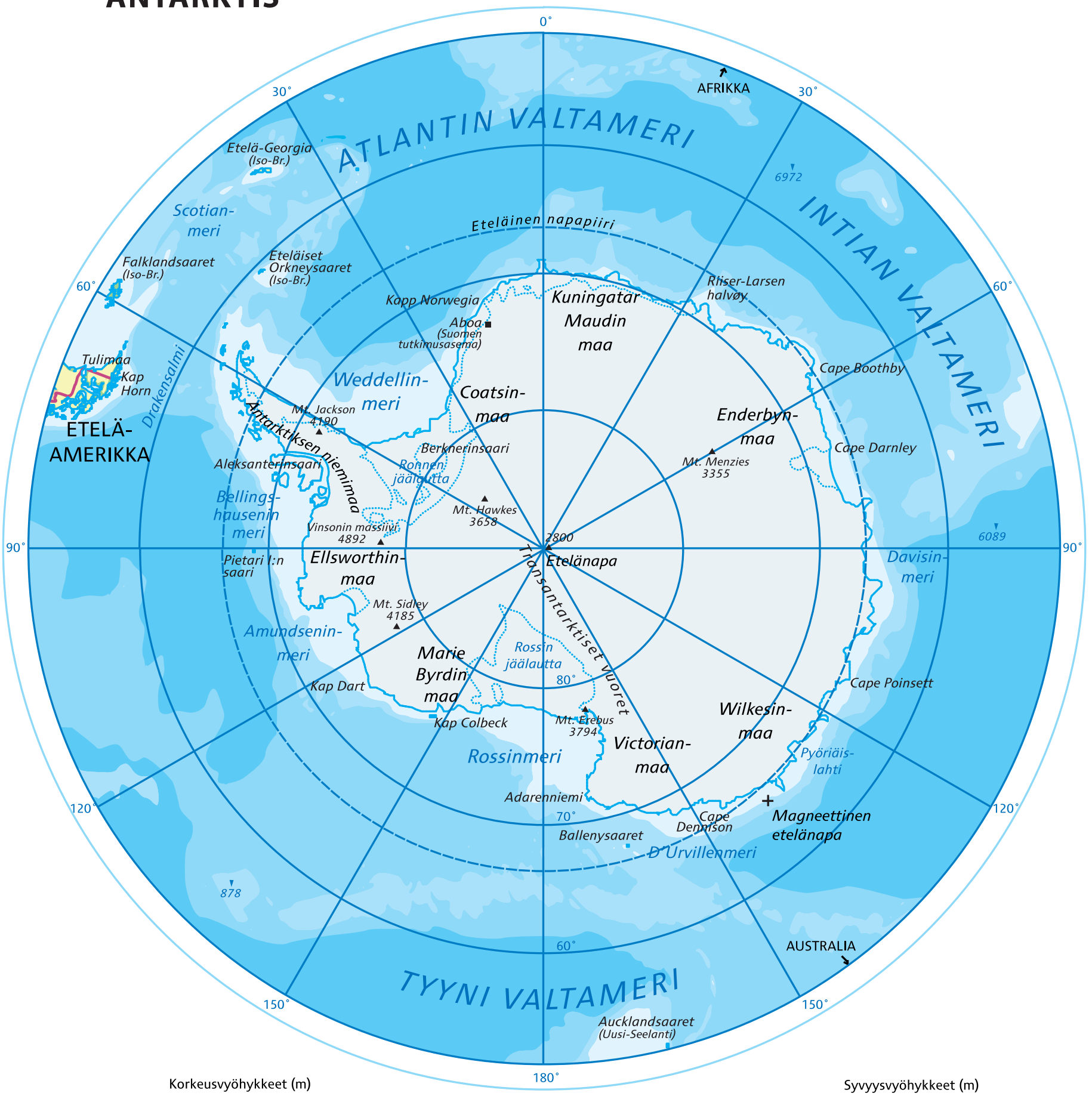
1343 korkeus merenpinnasta (m)

Syvyysvyöhykkeet (m)

200
2 000
4 000
8 000

5486 syvyys (m)

ANTARKTIS



Korkeusvyöhykkeet (m)

- jäätikkö
- 3 000
- 2 000
- 1 000
- 500
- 200
- 0
- syvänkö

3794 ▲ korkeus meren-pinnasta (m)

valtionraja

0 — 1 000 km

Syvyysvyöhykkeet (m)

- 200
- 2 000
- 4 000
- 8 000

6972 ▼ syvyys (m)

Valokuvien oikeudet

Kannen kuva: Suomen Kuvapalvelu/Corbis/Michel Gounot

Alloverpress/Alamy/Geophotos: s. 90 ylh. oik., Alloverpress/Alamy/Imagebroker: s. 91 ylh. oik., Alloverpress/Alamy/Cephas Picture Library: s. 91 alh. oik.

Miska Luoto: s. 7

Hannele Cantell: s. 116

ESA: s. 64

Geologian tutkimuskeskus/Jari Väätäinen: s. 85, Geologian tutkimuskeskus/Heikki Tanskanen: s. 93 ylh. oik.

Anita Kokkila: s. 52, 80, 82 alh., 91 alh. vas.

Kuvaliiteri/Pirkko Siikamäki: s. 65 ylh. vas., Kuvaliiteri/Jorma Laurila: s. 133 alh. oik., Kuvaliiteri/Pentti Johansson: s. 134 ylh., Kuvaliiteri/Tero Makkonen: s. 134 kesk.

Lehtikuva/Martti Kainulainen: s. 65 ylh.oik.

Lentokuva Vallas Oy/Hannu Vallas: s. 130, 136

Leuku/Jaakko Alatalo: s. 22, Leuku/Pekka Antikainen:s. 23, Leuku/Jorma Luhta: s. 132

Marcel Maltzeff: s. 133 alh. vas.

Matton/Design Pics Inc./Royalty-free: s. 6, 93 alh. oik., Matton /Author's Image/Royalty-free: s. 47, Matton/Corbis/Royalty-free: s. 89, 90 alh. vas.

Nature Picture Library/Kim Taylor: s. 92 alh. oik.

Plugi/Royalty-free: s. 53, 77 alh., 92 ylh. oik., 93 alh. vas.

Suomen Kuvapalvelu/Corbis/Silvia Morara: s. 5, SK/Corbis/Gianni Dagli Orti: s. 14, SK/Corbis/Tim Davis: s. 34, SK/Corbis/Morton Beebe: s. 39, SK/Corbis/Craig Tuttle: s. 58, SK/Corbis/Kazuyoshi Nomachi: s. 63, SK/Corbis/Theo Allofs: s. 69, 95, SK/Corbis/Science Faction/Steven Kazlowski: s. 74, SK/Corbis/Zefa/Klaus Hackenberg: s. 88, SK/Corbis/Frans Lanting: s. 90 ylh. vas., SK/Corbis/Paul Almasy: s. 92 ylh. vas., SK/Corbis/Brad Lewis:s. 96, SK/Corbis/Michael Clark : s. 100, SK/Corbis/Arctic-Images: s. 103, SK/Corbis/Francesc Muntada: s. 105, SK/Corbis/Christophe Boisvieux: s. 112, SK/Corbis/Bryan Pickering: s. 120, SK/Corbis/Ashley Cooper: s. 122 kesk. oik., SK/Corbis/Yann Arthus-Bertrand: s. 122 alh., SK/Corbis/Jon Arnold: s. 126, SK/Corbis/Jason Hawkes: s. 129

Suomen Kuvapalvelu/Minden Pictures/Jim Brandenburg: s. 84, SK/Minden Pictures/Thomas Marent: s. 90 alh. oik.

Suomen Kuvapalvelu/Photo Researchers Inc./Andrew J. Martinez: s. 31

Suomen Kuvapalvelu/Science Photo Library/NASA/ESA/STSCI/Hubble Heritage Team: s. 16, SK/SPL/The International Astronomical Union/Martin Kornmesser: s. 18, SK/SPL/NASA Earth Observatory: s. 27, SK/SPL/NASA: s. 33, SK/SPL/British Antarctic Survey: s. 77 ylh., SK/SPL/Adrian Bicker: s. 82 ylh., SK/SPL/Zephyr: s. 108

Suomen Kuvapalvelu/Sime/Bruno Morandi: s. 83

WSOY: s. 8, 15, 37, 46, 48, 81, 82 kesk., 85 ylin, 91 ylh. vas., 92 alh. vas., 94, 121, 127, 131

WSOYpro Oy: s. 110

WSOYpro Oy/Kari Hirvo: s. 93 ylh. vas.

WSOYpro Oy/Anita Kokkila: s. 10, 114